

MOTORES DE COMBUSTION INTERNA I



Ing. Jim Palomares Anselmo

LIMA – PERU

MOTORES DE COMBUSTION INTERNA I

AUTOR: Ing. Jim Palomares Anselmo.

Foto Carátula: Jaime Oscoco Paredes

Oficina de Derechos del Autor.INDECOPI.

Partida Registral N° 00268 - 2007

INTRODUCCION

Los Motores de Combustión Interna (M.C.I.), generan aproximadamente el 85% de la energía producida en el mundo. Con la experiencia de diez años como docente en un Instituto Superior Tecnológico Público me he visto en la necesidad de editar este libro como complemento teórico y práctico de la asignatura Motores de Combustión Interna I.

Se parte mencionando los sistemas del vehículo con sus respectivos mecanismos y circuitos. Posteriormente recorriendo varios capítulos de importancia llegamos al noveno donde se desarrolla una práctica de especificaciones genéricas y se propone una guía de práctica para que el estudiante pueda llenar los datos que tome al momento de realizar las especificaciones del motor. Debido a las normas ecológicas introducimos el capítulo diez y once para que tanto el dueño del vehículo como el mecánico sea consciente de realizar un buen trabajo de mantenimiento preventivo y correctivo del motor.

EL AUTOR.

CAPITULO I

EL MOTOR

PRUEBA DE COMPRESION

SISTEMAS DEL VEHICULO AUTOMOTRIZ

- 1.- Sistema de Suspensión
- 2.- Sistema de Dirección
- 3.- Sistema de Frenos
- 4.- Sistema de Transmisión:
 - 4.1. Mecanismo de Embrague
 - 4.2. Mecanismo de Caja o Transeje
 - 4.3. Mecanismo del Eje Cardam
 - 4.4. Mecanismo del Diferencial
 - 4.5. Mecanismo de Palieres y Semiejes
- 5.- Sistema Eléctrico:
 - 5.1. Circuito de Carga
 - 5.2. Circuito de Arranque
 - 5.3. Circuito de Encendido
 - 5.4. Circuito de Luces
 - 5.5. Circuito de Accesorios (radio, trico, etc)
- 6.- Motor:
 - 6.1. Sistema de Alimentación
 - En gasolina
 - Carburador
 - Fuel Inyection

- En petróleo
 - Inyectores
 - Bomba Inyector

6.2. Sistema de Lubricación

6.3. Sistema de Refrigeración

6.4. Sistema de Sincronización o Valvular

6.5. Sistema de Escape

6.6. Sistema de Ventilación del Cáster

EL MOTOR

Es el conjunto de mecanismos que transforma una determinada energía en energía mecánica.

CLASES

1.- MOTOR ELECTRICO: es aquel que transforma la energía eléctrica en energía mecánica, ejemplo: el arrancador, el ventilador, la licuadora, el taladro, el esmeril, etc.

2.- MOTOR TERMICO: es aquel que transforma la energía térmica (proporcionada por la combustión) en energía mecánica, ejemplos: motores de automóviles, grupos electrógenos, etc.

2.1. MOTOR DE COMBUSTION EXTERNA:
en este motor la combustión se realiza en una cámara aparte, luego comunica el calor hacia la parte interna para el desplazamiento de los pistones, ejemplo: motor de locomotoras y barcos a vapor.

2.2. MOTOR DE COMBUSTION INTERNA:
es el mecanismo o conjunto de mecanismos y sistemas completamente sincronizados para que la combustión se realice dentro del motor de esta manera se transforma la energía térmica en mecánica.

CLASIFICACION DE LOS MOTORES DE COMBUSTION INTERNA

- 1.- DE ACUERDO AL COMBUSTIBLE QUE EMPLEA:
 - 1.1. Motor Gasolinero
 - 1.2. Motor Petrolero
 - 1.3. Motor a Gas
 - 1.4. Motor a Alcohol
 - 1.5. Motor a Hidrógeno.

- 2.- DE ACUERDO A SU CICLO DE TRABAJO:
 - 2.1. Motor de dos tiempos.
 - 2.2. Motor de cuatro tiempos.

3.- DE ACUERDO AL MOVIMIENTO DEL
PISTON:

3.1. Motor Alternativo

3.2. Motor Rotativo

4.- DE ACUERDO AL NUMERO DE
CILINDROS:

4.1. Motor Monocilindro

4.2. Motor Policilindro

5.- DE ACUERDO A LA DISPOSICION DE LOS
CILINDROS:

5.1. Motor en Línea

5.2. Motor en V

5.3. Motor con cilindros opuestos

5.4. Motor Radial

6.- DE ACUERDO A LA UBICACIÓN DEL EJE
DE LEVAS:

6.1. Con eje de Levas en el Bloque

6.2. Con eje de Levas en la Culata.

7.- DE ACUERDO AL SISTEMA DE
REFRIGERACION:

7.1. Refrigeración con agua

7.2. Refrigeración con aire

8.- DE ACUERDO A SU SISTEMA DE
ASPIRACION:

8.2. De Aspiración Natural

8.3. De Aspiración Forzada (con turbo)

9.- DE ACUERDO A SU POSICION EN EL
VEHICULO:

9.3. Motor Longitudinal

9.4. Motor Transversal

10.- DE ACUERDO A LA UBICACIÓN EN EL
VEHICULO:

10.1. Motor en la parte delantera

10.2. Motor en la parte trasera

11.- DE ACUERDO AL CIRCUITO DE
ENCENDIDO:

11.1. Sistema Convencional

11.2. Sistema Electrónico

12.- DE ACUERDO AL SISTEMA DE
ALIMENTACION:

12.1. Gasolinero:

- Carburador
- Fuel Inyection

12.2. Petrolero:

- Inyectores
- Bomba Inyector

PRINCIPALES DIFERENCIAS ENTRE UN MOTOR PETROLERO Y UN GASOLINERO

PETROLERO	GASOLINERO
Para evitar el embalamiento ósea se autoacelere (RPM.emb >RPM trabajo) y que en ralentí evitar que se apague, en los Petroleros se UTILIZA REGULADORES que pueden ser: mecánicos, hidráulicos, Neumáticos y Eléctricos–Electrónicos ejm: R.Q y R.S.V. (patente bosch)	Cuando se acelera y se incrementa la mezcla se quita el pie del acelerador y por medio de la mariposa se estrangula el aire y el combustible, en otras palabras SE REGULA con el pie del conductor.
La mezcla se realiza en la cámara de combustión y no es homogénea, existe concentración de combustible (dardo) en el centro de la cámara.	Mezcla más homogénea y empieza desde el carburador.
<u>PRESIONES MAXIMAS.</u> Bomba de Inyección Rotativa 500 – 600 ATM. (7350 – 8820	La Presión de

<p>PSI).</p> <p>Bomba de Inyección Lineal 700 – 800 ATM (10290 – 11760 PSI)</p> <p>Bomba Inyector 1000 – 1500 ATM. (14700 – 22050 PSI).</p> <p>Presión de Apertura del Inyector 80 – 250 ATM. (1176 – 3675 PSI).</p>	<p>Compresión en el E.CH. (encendido por chispa) es de 11 – 12.3 ATM. (160 – 180 PSI) llegando en la explosión a 1000°C.</p>
<p>En la compresión el aire se reduce hasta una veinte ava parte de su volumen original.</p>	<p>En la compresión la mezcla es reducida hasta una novena parte de su volumen original.</p>

DIAGNOSTICO EN BASE AL RESULTADO DE LA PRUEBA DE COMPRESION

PRUEBA DE COMPRESION EN SECO

1.- Si las lecturas que arrojan los cilindros es mayor que las especificadas por el fabricante, esto indicara que la cámara de combustión contiene gran cantidad de carbón (cámara de combustión reducida).

2.- Si la diferencia de lecturas entre el cilindro que arroja mayor compresión y el cilindro que arroja menor compresión es más de:

- 25 PSI para motores a gasolina.
- 15% para motores a petróleo.

Se debe proceder a realizar la prueba de compresión con aceite.

En el caso del motor a petróleo no se realiza la prueba de compresión con aceite por ser muy alta su compresión.

Si la diferencia en ambos casos es menor se procede al afinamiento.

3.- Si la lectura es baja en dos cilindros vecinos se debe:

- Empaquetadura quemada debido aun ajuste incorrecto del torque o a un incorrecto orden de ajuste del torque.
- Culata torcida.

4.- Si el instrumento no indica lectura se debe:

- Válvulas mal calibradas.
- Válvulas pegadas a sus guías, quedando abiertas.
- Válvulas quemadas o torcidas.
- Válvulas del compresímetro en mal estado.

PRUEBA DE COMPRESION CON ACEITE

1.- Si la lectura de compresión con aceite que arroja un cilindro es mucho mayor en 5 PSI con respecto a la lectura de compresión en seco del mismo cilindro, entonces el problema es cilindro o anillos.

Tomar la medida de CONICIDAD y OVALIZACION en los cilindros para ver si requiere rectificado de cilindros o si se requiere cambio de anillos.

2.- Si la diferencia de lectura de compresión con aceite de un cilindro con respecto a la lectura de compresión

en seco del mismo cilindro es menor o igual que 5 PSI, entonces el problema es válvula.

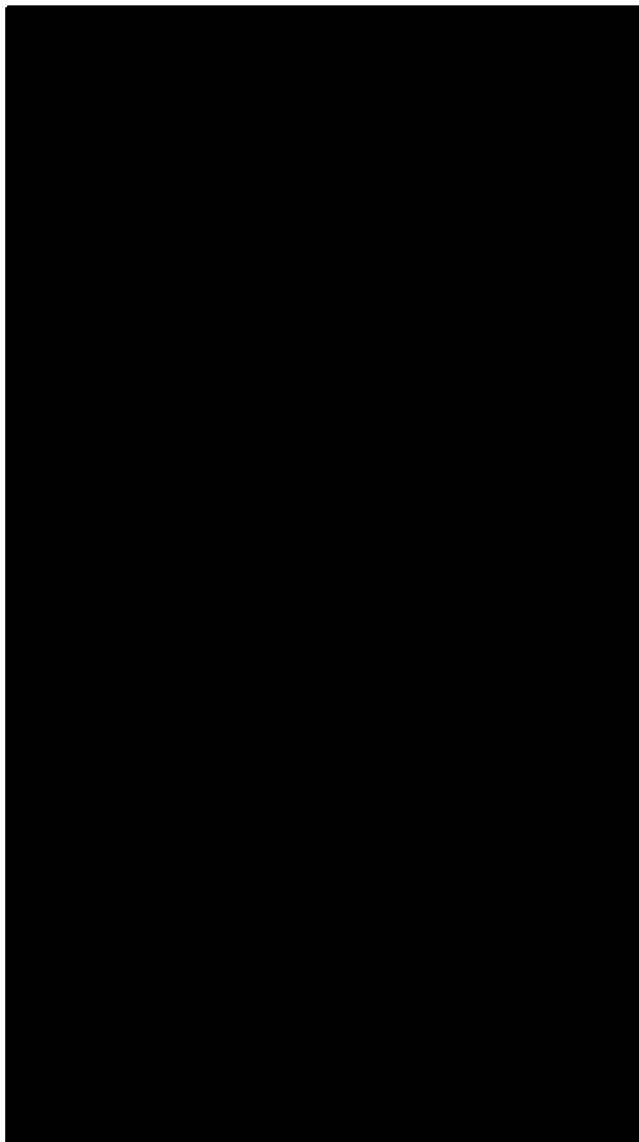
- Válvulas mal calibradas.
- Válvulas quemadas o torcidas.
- Válvulas pegadas en sus guías.

3.- Si la lectura sigue siendo baja en dos cilindros vecinos el problema es la empaquetadura.

NOTA: En el ítem 2 de la prueba de compresión en seco, si es más del 15% la diferencia de lecturas entre el cilindro de mayor compresión y el cilindro de menor compresión para motores a petróleo se deduce de inmediato que el problema es el cilindro o los anillos. Tomar la medida de CONICIDAD y OVALIZACION en los cilindros.

CAPITULO II

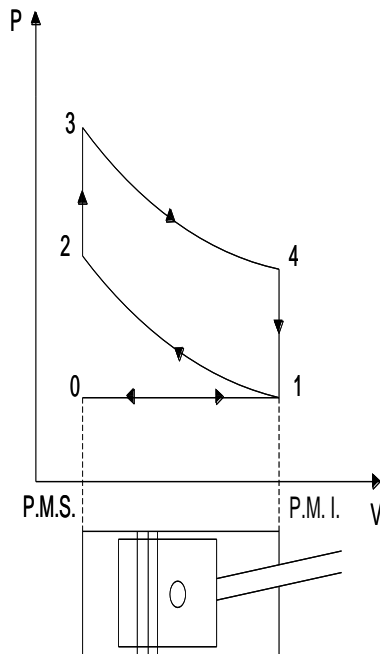
CICLO TERMODINAMICOS DE LOS MOTORES DE COMBUSTION INTERNA



CICLO OTTO

Es el ciclo Teórico de los motores de Combustión Interna denominados:

- Motores de explosión.
- De ciclo Otto.
- De encendido por chispa.
- De combustión a volumen constante.



Si en este esquema, el proceso 0 – 1 (línea), que representa el tiempo de admisión, lo interceptamos horizontalmente con el eje (P) que representa la presión, veremos que no hay variaciones de valores ni para arriba ni para abajo con respecto al eje (P) de la presión, por lo que se dice que el proceso 0 – 1 es a presión constante.

El proceso 2 – 3, que representa la combustión que en los motores gasolinos se conoce como explosión, lo interceptamos verticalmente con el eje (V) que representa el volumen, veremos que no hay variación de valores ni para la izquierda ni para la derecha con respecto al eje (V) de volumen, por lo que se dice que el proceso 2 – 3 es a volumen constante. De aquí se deduce que la explosión se realiza a volumen constante.

En el proceso 2 – 3, la combustión se encuentra a volumen constante (mezcla sin variar volumen) y teniendo en cuenta que la manivela tiene velocidad angular constante (ω), este proceso debe efectuarse en un tiempo nulo.

Pistón	Válvula Abierta	Descripción	Denominación	Proceso o Termo.	Tiempo	Revol. Cigüeñal
PMS-PMI	V.A	Se admite la mezcla de aire-combustible	Admisión	0-1	I	$\frac{1}{2}$
PMI-PMS	-	El desplazamiento del pistón comprime la mezcla	Compresión	1-2	II	1
PMS	-	El combustible se quema instantáneamente (explota)	Combustión o Explosión	2-3	-	-
PMS-PMI	-	Los gases se expanden	Expansión.	3-4	III	$1 \frac{1}{2}$
PMI-PMS	V.E.	Se expulsan los gases al exterior.	Escape	1-0	IV	2

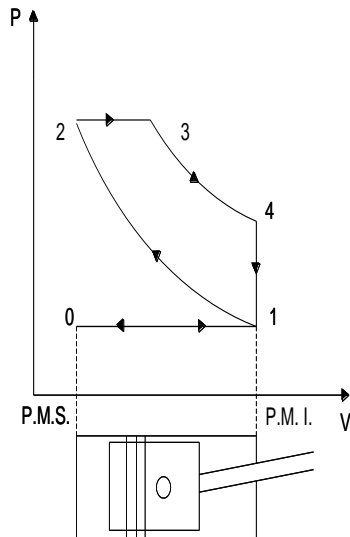
Notas:

- Por lo general Combustión y expansión que comprenden los dos procesos termodinámicos de 2-3 y 3-4 se considera en un solo tiempo, el III.
- El proceso de 4-1 representa un enfriamiento de la mezcla a volumen constante.

CICLO DIESEL

Es el ciclo ideal o teórico de los motores de combustión interna denominados:

- De encendido por compresión.
- Motores Diesel.
- Combustión a presión constante.



Al igual que en el esquema anterior, si al proceso (0 – 1) que representa el tiempo de admisión, lo interceptamos horizontalmente con el eje (P) que representa la Presión, veremos que no hay variaciones de valores ni para arriba ni para abajo con respecto al eje (P) de la Presión, por lo que se dice que el proceso 0 – 1 es a presión constante.

El proceso 2 – 3 que representa la combustión, lo interceptamos horizontalmente con el eje (P) que representa la Presión, veremos que no hay variaciones ni para arriba ni para abajo con respecto al eje (P) de la Presión, por lo que se dice que el proceso 2 – 3 de la combustión es a Presión constante.

Pistón	Válvula Abierta	Denominación	Proceso Termo.	Tiempo	Revolución Cigüeñal
PMS – PMI	V.A.	Admisión	0 – 1	I	$\frac{1}{2}$
PMI – PMS	---	Compresión	1 – 2	II	1
PMS hasta antes del PMI	---	Combustión	2 – 3	---	--
Después del PMS hasta el PMI	---	Expansion	3 - 4	III	$1 \frac{1}{2}$
PMI - PMS	V.E.	Escape	1 - 0	IV	2

Notas

- Los procesos Termodinámicos de 2-3 y 3-4 se consideran en el III tiempo.
- El proceso de 4-1 representa un enfriamiento a volumen constante.
- La temperatura en 3 es la temperatura máxima dentro del proceso de combustión a presión constante $P_2 = P_3$ y sucede cuando el émbolo alcanza la posición P.C. (Punto de corte o cierre del inyector)

**TABLA DE TEMPERATURAS Y PRESIONES DEL MOTOR
DIESEL Y OTTO.**

	Motor Diesel (E.C)		Motor a Carburador 4 Tiempos
	Sin sobre alim.	Con sobre alim.	
	4 tiempos		
Presión al final de admisión (psi)	11.6 - 13.06	(0.9 ... 0.96) _x PC PC. ≤ 29.01 PSI	11.6 - 13.06
Temperatura al final de admisión °C	37 – 77	47 – 127	47 – 107
Presión al final de compresión (psi)	507.74 – 797.88	hasta 1160.56	130.56 - 217.60
Temperatura al final de la comp. °C	427 - 627	> 727	277 – 477
Presión máxima en la combustión (psi)	725.35 - 1305.63		362.67 – 725.35
Temperatura máxima en la combustión °C	1627 – 1927		2227 – 2427
Presión al final de la expansión (psi)	29.014 – 58.028		50.77
Temperatura al final de la expansión °C	727 – 977		927 – 1227
Presión al final del escape (psi)	15.23 – 18.13	108.80 – 137.81	14.79 – 17.40
Temperatura al final del escape °C	327 - 627	327 – 627	627 - 727

Nota:

1 ATM = 760 mm. Hg = 14.7 PSI = 29.9 pulg. Hg =

10.33 m. H₂O = 101.33 KPa

PRESIONES MAXIMAS EN LA BOMBA DE INYECCION

- 1.- Bomba de Inyección rotativa : 7350 – 8820 PSI
- 2.- Bomba de Inyección lineal : 10290 – 11760 PSI
- 3.- Bomba de Inyector : 14700 – 22050 PSI
- 4.- Presión de apertura de Inyector : 1176 – 3675 PSI

VOLÚMENES EN LA COMPRESIÓN

- 1.- Diesel: En la compresión el aire se reduce hasta una veinteava parte de su volumen original.
- 2.- E. CH. En la compresión la mezcla es reducida hasta una novena parte de su volumen original.

Número de Cetano

$$NC = 60 - NO/2$$

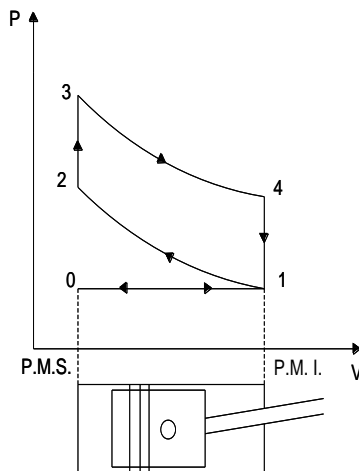
NC = Número de Cetano.

NO = Número de Octano.

EJERCICIOS

1.- Se toma la compresión a un cilindro de un vehículo automotriz de motor Otto y da como resultado $P_2 = 170 \text{ PSI}$ (11.72 bar) (P_2 : Presión al final de la carrera de compresión). La relación de compresión r_c es de 8 y el calor con que el pistón llega al P.M.S. instantáneamente en el proceso de combustión (2 – 3), es de ${}_2Q_3 = 1650 \frac{\text{KJ}}{\text{Kg} \cdot ^\circ\text{K}}$. ¿Hallar la máxima temperatura (T_3) al final de la explosión y la máxima presión (P_3) al final de la explosión, del ciclo Otto.

SOLUCION



DATOS

$P_2 = 170 \text{ PSI} = 11.72 \text{ bar}$ Según gráfico, P_2 es la presión al final de la carrera de compresión.

$T_1 = 15^\circ\text{C} = 15 + 273 = 288^\circ\text{K}$ Según gráfico, T_1 es la temperatura al final de la carrera de admisión o inicio de la carrera de compresión.

$r_c = \frac{V_1}{V_2} = 8$ Según gráfico V_1 : volumen al final de la carrera de admisión o inicio de la carrera de compresión. Según gráfico V_2 : volumen al final de la carrera de compresión o inicio del proceso de explosión.

${}_2Q_3 = 1650 \frac{\text{KJ}}{\text{Kg} \cdot ^\circ\text{K}}$ (KJ = KiloJoule) Calor con que el

pistón llega al Punto Muerto Superior en forma instantánea en el proceso de explosión (2 – 3).

T_3 : Temperatura pedida al final del proceso de la explosión.

P_3 : Presión pedida al final del proceso de la explosión.

CALCULO DE T_3

Cuando el proceso es a entropía constante (disipación de calor) se cumple:

$$\frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{V_1}{V_2} \right)^{K-1}$$

K: Coeficiente politrópico

$$K = 1.4$$

$$\frac{T_2}{288^\circ\text{K}} = (8)^{1.4-1} = (8)^{0.4}$$

$$T_2 = 288^\circ\text{K} \times 2.30$$

$$T_2 = 662.4^\circ\text{K}$$

$$T_2 = 662.4 - 273 = 389.4^\circ\text{C}$$

En el proceso de explosión (2 – 3), llamada también de combustión al llegar el pistón al Punto Muerto Superior en forma instantánea debe transferir calor hasta alcanzar la temperatura T_3 (no confundir con el Poder Calorífico de la gasolina), se tiene como fórmula:

$${}_2Q_3 = C_v (T_3 - T_2)$$

C_v : Coeficiente a volumen constante

$$C_v = 0.717 \frac{\text{KJ}}{\text{Kg} \cdot ^\circ\text{K}}$$

Reemplazando valores:

$$1650 \frac{\text{KJ}}{\text{Kg} \cdot ^\circ\text{K}} = 0.717 \frac{\text{KJ}}{\text{Kg} \cdot ^\circ\text{K}} (T_3 - 662.4^\circ\text{K})$$

$$2301.1 = T_3 - 662.4^\circ\text{K}$$

$$T_3 = 2964^\circ\text{K}$$

$$T_3 = 2964 - 273 = 2691 \text{ } ^\circ\text{C}$$

En los motores Otto la máxima temperatura del proceso de explosión es aproximadamente 2700 °C.

CALCULO DE P₃

Por la Ley General de los Gases en el proceso de explosión (2 – 3)

$$\frac{P_3 V_3}{T_3} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$$

Como en este proceso el volumen es constante $V_3 = V_2$, entonces la ecuación queda:

$$\frac{P_3}{T_3} = \frac{P_2}{T_2}$$

$$\frac{P_3}{2964^\circ\text{K}} = \frac{11.72\text{bar}}{662.4^\circ\text{K}}$$

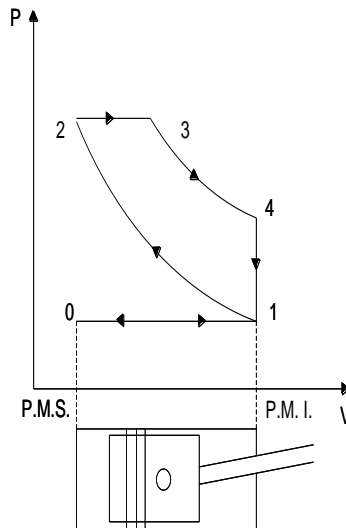
$$P_3 = 52.4 \text{ bar}$$

$$P_3 = 52.4 \times 14.7 = 770.3 \text{ PSI}$$

2.- Se toma la compresión a un cilindro de un vehículo automotriz de motor Diesel y da como resultado $P_2 = 420 \text{ PSI}$ (28.95 bar) (P_2 : Presión al final de la carrera de compresión), y una temperatura al final de admisión $T_1 = 17^\circ\text{C}$. La relación de compresión es de 18 y una relación de aire combustible de 15, siendo el Poder calorífico del combustible de $40\,000 \frac{\text{KJ}}{\text{Kg}}$.

¿Encontrar la temperatura en 2, 3 y 4?

SOLUCION



DATOS

$P_2 = 420 \text{ PSI} = 28.95 \text{ bar}$ Según gráfico, P_2 es la presión al final de la carrera de compresión.

$T_1 = 17^\circ\text{C} = 17 + 273 = 290 \text{ }^\circ\text{K}$ Según gráfico, T_1 es la temperatura al final de la carrera de admisión o inicio de la carrera de compresión.

$r_c = \frac{V_1}{V_2} = 18$ Según gráfico V_1 : volumen al final de la carrera de admisión o inicio de la carrera de compresión. Según gráfico V_2 : volumen al final de la carrera de compresión o inicio del proceso de explosión.

$r_{a/c} = 15$ Relación aire combustible. Quince partes de aire por una parte de combustible Diesel.

$P.C. = 40\,000 \frac{\text{KJ}}{\text{Kg.}}$ Poder Calorífico, es la energía

producida por el combustible para deslizar el pistón hacia el Punto Muerto Inferior y producir el movimiento de la volante. Mueve el motor.

DESARROLLO

Se sabe:

$$r_c = \frac{V_1}{V_2} = 18$$

$$T_1 = 17^\circ\text{C} = 17 + 273 = 290 \text{ }^\circ\text{K}$$

CALCULO DE T₂

Se sabe que en un proceso a entropía constante (disipación de calor), se cumple:

$$\frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{V_1}{V_2} \right)^{K-1} \quad \text{K: Coeficiente politrópico}$$

$$K = 1.4$$

$$\frac{T_2}{290^\circ\text{K}} = (18)^{1.4-1} = (18)^{0.4}$$

$$\frac{T_2}{290^\circ\text{K}} = 3.18$$

$$T_2 = 290 \text{ }^\circ\text{K} \times 3.18$$

$$T_2 = 922.2 \text{ }^\circ\text{K}$$

CALCULO DE T₃

Se cumple la siguiente fórmula:

$$r_{c/a} \times P.C. = C_p (T_3 - T_2) \dots\dots (1)$$

$r_{c/a}$: relación combustible aire.

C_p : Coeficiente a presión constante cuyo valor es

$$1.0035 \frac{\text{KJ}}{\text{Kg.}^\circ\text{K}}$$

Se tiene: $r_{a/c} = 15$

$$r_c/a = \frac{1}{15}$$

Reemplazando datos en la fórmula (I):

$$\frac{1}{15} \times 40\,000 \frac{\text{KJ}}{\text{Kg.}} = 1.0035 \frac{\text{KJ}}{\text{Kg.}^\circ\text{K}} (T_3 - 922.2)$$

$$2657.4 = T_3 - 922.2^\circ\text{K}$$

$$T_3 = 3579.6^\circ\text{K}$$

CALCULO DE T₄

Por la Ley General de los Gases en el proceso de combustión (2 – 3)

$$\frac{P_2 V_2}{T_2} = \frac{P_3 V_3}{T_3}$$

Como en este proceso la presión es constante $P_3 = P_2$, entonces la ecuación queda:

$$\frac{V_2}{T_2} = \frac{V_3}{T_3}$$

$$\frac{T_3}{T_2} = \frac{V_3}{V_2}$$

$$\frac{3579.6^\circ\text{K}}{922.2^\circ\text{K}} = \frac{V_3}{V_2}$$

$$\frac{V_3}{V_2} = 3.88 \dots\dots\dots (II)$$

De:

$$r_c = \frac{V_1}{V_2} = 18 \text{ entonces } V_2 = \frac{V_1}{18} \dots\dots\dots (III)$$

(III) en (II):

$$3.88 = 18 \frac{V_3}{V_1}$$

$$\frac{V_3}{V_1} = \frac{3.88}{18} \quad \text{entonces} \quad \frac{V_3}{V_1} = 0.22 \dots\dots (IV)$$

Se sabe por relación:

$$\frac{T_4}{T_3} = \left(\frac{V_3}{V_1} \right)^{K-1} \dots\dots\dots (V)$$

(IV) en (V):

$$\frac{T_4}{3579.6^\circ K} = (0.22)^{0.4}$$

$$T_4 = 0.55 \times 3579.6^\circ K$$

$$T_4 = 1968.8^\circ K$$

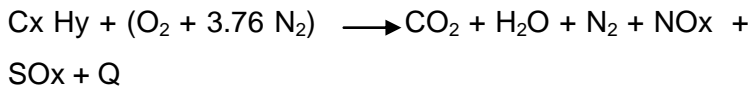
Nota: Las dos tablas de los ciclos teóricos Otto y Diesel de este capítulo han sido extraídos del libro “Termodinámica Aplicada” de Jaime Postigo y Juan Cruz

CAPITULO III

COMBUSTION

INTRODUCCION A LA COMBUSTIÓN

El proceso de la combustión que se desarrolla en los motores de combustión interna (M.C.I.) es un proceso físico-químico completo, sin embargo la potencia del motor, el rendimiento económico (consumo) se ven afectados por la regularidad del desprendimiento del calor y el cambio de presión y temperatura dentro del cilindro afectado por dicho desprendimiento.



Si Temp. $\geq 2700^\circ\text{C}$, posee entonces combustión anormal (incompleta).

Origina: mala detonación, pre-encendido, post-encendido, autoencendido.

Durante la combustión, cuando una parte de la mezcla de aire combustible no se ha quemado, esta queda sometida a presiones y temperaturas extremadamente altas como consecuencia de la fuerza expansiva de los gases de la parte que ya se ha

quemado, y bajo tales condiciones se produce otra explosión en el resto de la mezcla, este efecto es conocido **post-encendido**. Esta explosión provoca un sonido agudo y metálico (cascabeleo), tiene como consecuencias principales: pérdida de potencia y sobrecalentamiento del motor. Si este efecto se mantiene durante largo tiempo y bajo condiciones extremas, puede llegar incluso a perforar los pistones.

Cuando los depósitos de carbono que se forman en el interior de la cámara de combustión permanecen incandescentes, parte de la mezcla aire combustible entra en combustión antes de que prenda la chispa de la bujía, este efecto es conocido como preignición o **pre-encendido** y también provoca ruidos característicos.

Ambos casos el post-encendido y el pre-encendido se le denominan también autoencendido.

PERDIDAS POR DISOCIACIÓN

Cuando dentro del cilindro en la combustión se llega a temperaturas de 1500 °C a más se produce el fenómeno de disociación agravándose a 2000°C en los productos de la combustión, así tenemos:

El CO_2 se disocia en $\text{CO} + \frac{1}{2} \text{O}_2 - q$

El H_2O se disocia en $\text{H}_2 + \frac{1}{2} \text{O}_2 - q$

Donde q es un producto que absorbe el calor de las altas temperaturas.

El fenómeno de disociación disminuye la eficiencia.

Echar aditivos a la gasolina o al petróleo para disminuir el fenómeno de disociación para que no se presente a 1500°C de temperatura sino a más de 1800°C.

Diseñar y mantener una mejor refrigeración para disminuir el fenómeno de disociación.

Lograr que la combustión dure lo menos posible revisando el sistema eléctrico poniendo a punto y evitando cascabeleo (mezclas adulteradas).

Lograr que se cumpla con la cilindrada ósea
lograr que ingrese una adecuada cantidad de mezcla.

COMBUSTION

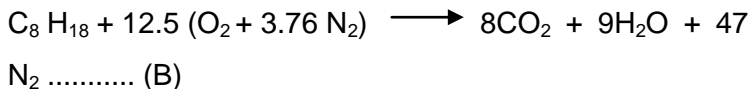
Los siguientes conceptos son extraídos del libro
“Termodinámica Aplicada”, de Jaime Postigo y Juan
Cruz:

Combustión consiste en quemar un combustible
con el oxígeno del aire.

Tipos de combustión:

Combustión completa: es aquella en que
todos los elementos oxidables del combustible se oxidan
(se combinan con el oxígeno) completamente, esto es el
C se oxida hasta CO₂ y el H hasta H₂O.

Ej. : la ecuación completa de la gasolina es:

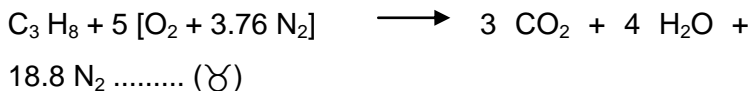


Hidrocarburo : $C_8 H_{18}$ (gasolina)

Aire Atmosférico : $O_2 + 3.76 N_2$

Combustión ideal: es aquella combustión completa (los elementos del hidrocarburo se oxidan completamente) en la que el oxígeno suministrado es el mínimo indispensable.

Ej. : la ecuación de combustión ideal del gas propano



Hidrocarburo : $C_3 H_8$ (propano)

Aire atmosférico : $5 [O_2 + 3.76 N_2]$

En este caso se suministra solamente 5 moléculas de O_2 (mínimo indispensable), en la combustión completa (anterior), había 12,5 moléculas de O_2 .

Combustión incompleta (real): es aquella cuando el O_2 no oxida totalmente a los elementos del

hidrocarburo, luego en los productos pueden existir combustibles como CO o “combustible vivo”

Ej. : la siguiente es una ecuación de combustión incompleta de un Hidrocarburo genérico:



Hidrocarburo genérico	:	$\text{C}_x \text{H}_y$
Aire atmosférico	:	$b (\text{O}_2 + 3.76 \text{N}_2)$
Aparecen en los productos	:	$q \text{O}_2 + r \text{CO} + \text{otros}$

Nota: Es importante que la combustión sea completa porque:

- ☐ Si aparece en los productos de la combustión el CO se producirá la carbonilla y por consiguiente el pre – encendido.
- ☐ Si aparece en los productos de la combustión el O_2 , producirá oxidación en el múltiple de escape y tubo de escape.
- ☐ Si aparecen otros productos son materia de estudio en el capítulo de toxicidad de los M.C.I.

- Cuando un Kmol de C reacciona totalmente hacia CO_2 , libera 3.5 veces más energía cuando el Kmol de C reacciona totalmente hacia CO.
- La acción del CO sobre el organismo humano se manifiesta en las perturbaciones funcionales del sistema nervioso central, dolores de cabeza, enflaquecimiento, sensaciones dolorosas en el corazón, náuseas y vómitos, consecuencias de la subalimentación de oxígeno. Esto ocurre por que el CO altera la composición de la sangre, reduce la formación de la hemoglobina, entrando en reacción con esta, y perturba el proceso de oxigenación del organismo (la absorción de CO en la sangre es 240 veces mas que la del oxígeno).

Con concentraciones de CO en el aire superiores a 0.01... 0.02% (por volumen) se observan síntomas de intoxicación y, cuando llega a 0.2... 0.25% viene el desmayo en unos 25 a 30 minutos. El límite máximo de concentración de CO en el aire es de 1mg/m^3 .

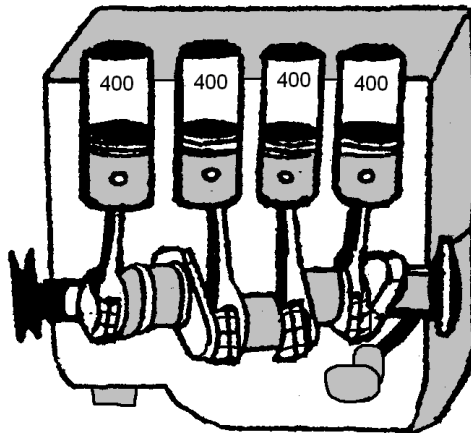
CAPITULO IV

- **CILINDRADA**
- **RELACION DE COMPRESION**
- **PAR MOTOR**
- **POTENCIA**

CILINDRADA DE UN MOTOR

Se entiende por cilindrada de un motor al volumen de mezcla de aire gasolina que ingresa a los cilindros del motor en el tiempo de admisión.

Cuando se dice que un motor de 4 cilindros tiene una cilindrada de 1,6 litros, es decir de 1 600 centímetros cúbicos, quiere decir que en cada uno de los cilindros puede ingresar 400 centímetros cúbicos de mezcla en el tiempo de admisión.



Para calcular la cilindrada de un motor se emplea la siguiente fórmula:

$$Ct = A \times C \times N$$

Ct: cilindrada total del motor.

A: área del cilindro.

C: carrera del pistón.

N: número de cilindros.

EJEMPLOS:

¿Cuál es la cilindrada de un motor de 4 cilindros que tiene 8,79 cm. de diámetro del cilindro y el pistón hace un recorrido de 8,24 cm.?

SOLUCION

$$Ct = A \times C \times N$$

$$C = 8,24 \text{ cm.}$$

$$N = 4$$

$$A = \frac{\pi \times d^2}{4} = \frac{3,1416 \times 8,79^2}{4} = 60,68 \text{ cm}^2$$

$$Ct = 60,68 \text{ cm}^2 \times 8,24 \text{ cm} \times 4$$

$$Ct = 2\,000 \text{ cm}^3 = 2 \text{ litros.}$$

¿Cuál es la cilindrada de un motor de 4 cilindros que tiene 9,31 cm. de diámetro del cilindro y el pistón hace un recorrido de 9,18 cm.?

SOLUCION

$$Ct = A \times C \times N$$

$$C = 9,18 \text{ cm.}$$

$$N = 4$$

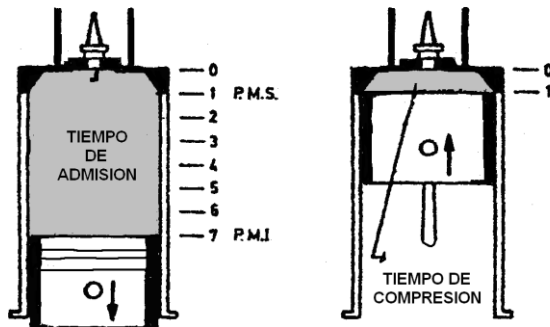
$$A = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3,1416 \times 9,31^2}{4} = 68,08 \text{ cm}^2$$

$$Ct = 68,08 \text{ cm}^2 \times 9,18 \text{ cm} \times 4$$

$$Ct = 2\,500 \text{ cm}^3 = 2,5 \text{ litros.}$$

RELACION DE COMPRESION

Es la relación que existe entre el volumen que ocupa la mezcla de gasolina y aire que ha ingresado en el cilindro en el tiempo de admisión cuando el pistón está en el P.M.I. y el volumen en que ha quedado reducida al terminar el tiempo de compresión cuando el pistón está en el P.M.S.



$$R_c = \frac{V_c + V_{cc}}{V_{cc}}$$

R_c: relación de compresión.

V_c: volumen del cilindro (cilindrada unitaria).

V_{cc}: volumen de la cámara de combustión.

Si la relación de compresión es demasiado alta, la mezcla de aire y combustible se sobrecalentará y se encenderá antes de que la bujía lance la chispa, lo cual puede dañar el motor. Las relaciones de compresión de 10:1 o de 11:1 fueron comunes en los años 60, debido al alto octanaje del combustible que se quemaba uniformemente. Otro inconveniente de las altas relaciones de compresión eleva las temperaturas de combustión y aumenta la emisión de los óxidos de nitrógeno (NOx). En la década de los 70, los fabricantes de automóviles redujeron la relación de compresión y las compañías de hidrocarburos introdujeron al mercado gasolinas de menor octanaje para cumplir con los límites más estrictos de emisión de gases tóxicos. Las relaciones de compresión de los motores actuales de gasolina van desde 8:1 hasta 9:1.

Los motores Diesel tienen relaciones mayores de compresión por que dependen de la alta compresión para crear el calor para la ignición del combustible (combustión). Las relaciones de compresión en este caso van aproximadamente desde 16:1 hasta 22:1.

EJEMPLO:

¿Cuál es la relación de compresión de un motor que tiene cilindros de 9,5 cm de diámetro y los pistones realizan una carrera de 9 cm. y la cámara de combustión tiene un volumen de 82 cm³?

SOLUCION

DATOS:

$$D = 9,5 \text{ cm.}$$

$$C = 9 \text{ cm.}$$

$$V_{cc} = 82 \text{ cm}^3$$

$$A = \frac{\pi \times d^2}{4} = \frac{3,1416 \times 9,5^2}{4} = 70,88 \text{ cm}^2$$

$$V_c = A \times C$$

C: carrera

$$V_c = 70,88 \text{ cm}^2 \times 9 \text{ cm.} = 637,9 \text{ cm}^3$$

$$R_c = \frac{V_c + V_{cc}}{V_{cc}}$$

$$R_c = \frac{637,9 \text{ cm}^3 + 82 \text{ cm}^3}{82 \text{ cm}^3}$$

$$R_c = 8,77$$

Relación de compresión: 8,77 veces a una.

PAR MOTOR – TORQUE

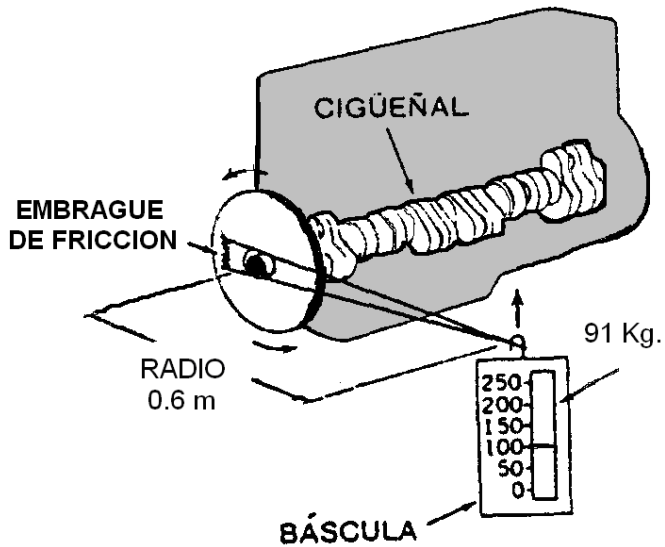
El torque depende de la fuerza que logran los gases en el tiempo de expansión.

El torque máximo se consigue cuando el llenado de los cilindros es máximo, lo que equivale a quemar mayor cantidad de combustible para expandir mejor los gases y por ende desplazar con mayor fuerza los pistones.

El torque también depende del largo del brazo del cigüeñal, por ejemplo en los motores de mayor tamaño, estos están diseñados con los brazos del cigüeñal más largo lo que ocasiona mayor torque.

El torque del motor se mide en el extremo del cigüeñal al lado de la volante. Se instala un embrague de fricción sujetando un extremo del cigüeñal al lado de la volante y el otro extremo conectado a una báscula.

Se aprieta el embrague de fricción de 0,6 m. de largo (radio) y marca una fuerza sobre la báscula, obteniendo de esta manera un torque a una determinada RPM (Revoluciones Por Minuto)



$$T = F \times r$$

T: torque del motor en kg – m.

F: fuerza medida en la báscula.

r: radio del embrague desde la volante a la báscula.

De la figura se tiene:

$$F = 91 \text{ kg.}$$

$$r = 0,6 \text{ m.}$$

$$T = F \times r = 91 \text{ kg} \times 0,6 \text{ m} = 54,6 \text{ kg – m.}$$

Si para este caso el motor trabaja a 2000 RPM y apretamos el embrague de fricción de modo que el motor con el acelerador a fondo casi se detenga, podemos decir que el torque de 54,6 kg – m, es el torque máximo a 2000 RPM.

POTENCIA

Es el torque y la velocidad a la vez, se representa por la fórmula siguiente:

$$P = T \times \omega$$

P: potencia del motor en HP (Hourse Power).

T: torque del motor en kg – m.

ω : velocidad angular de la volante (RPM).

En los vehículos pesados como son los ómnibus y camiones lo que interesa es el torque, para lo cual el brazo del cigüeñal y demás dimensiones del motor son mayores. Para vehículos livianos como los vehículos de fórmula 1, lo que interesa es la velocidad (RPM).

Esto significa que los vehículos pesados y los livianos pueden tener la misma potencia, así por ejemplo tomando la fórmula:

$$P = \frac{T \times \text{RPM}}{727,7}$$

P: potencia del motor en HP.

T: torque del motor en kg – m.

RPM: Revoluciones Por Minuto.

727,7: constante de conversión.

Tenemos para el vehículo liviano Ferrari 575 M Manarello con un torque máximo: $T_{\text{máx.}} = 60 \text{ kg} - \text{m}$, una cilindrada de 5,8 litros, 12 cilindros en V, derivado de la fórmula 1 y tomando dentro del rango una velocidad de 6246 RPM, calculamos la potencia máxima:

$$P = \frac{T \times \text{RPM}}{727,7} = \frac{60 \text{ kg} - \text{m} \times 6246 \text{ RPM}}{727,7}$$

$$P = 515 \text{ HP.}$$

Tenemos para el vehículo pesado camión Volvo FH12 con un torque máximo: $T_{\text{máx.}} = 225 \text{ kg} - \text{m}$, una cilindrada 12 litros, 6 cilindros y tomando dentro del rango una velocidad de 1468 RPM, calculamos la potencia máxima:

$$P = \frac{T \times \text{RPM}}{727,7} = \frac{225 \text{ kg} - \text{m} \times 1468 \text{ RPM}}{727,7}$$

$$P = 454 \text{ HP.}$$

Podemos comprobar que para el vehículo liviano Ferrari que posee una potencia casi similar al vehículo pesado Volvo FH12, tiene un torque máximo pequeño y una velocidad sumamente alta, lo contrario ocurre con el

motor volvo FH12 que posee un torque máximo alto y una velocidad baja.

Para los cambios de motores en un determinado automóvil no solo se debe considerar la cilindrada sino también el torque y la velocidad.

De los siguientes datos:

Camión Volvo FH12

	D12D380	D12D420
Potencia (HP–RPM)	375(1450–1800)	415(1500–1800)
Torque (Kgm-RPM)	189(1050-1450)	204(1050-1480)
Cilindrada cm3	12 100	12 100
Diámetro del cil. cm	13,1	13,1
Carrera del pistón. cm	15,0	15,0

Comprobar aproximadamente la potencia y la cilindrada de los modelos D12D380 y D12D420. Tomar una adecuada velocidad del rango de velocidades del torque.

SOLUCIÓN

Para el modelo D12D380 tenemos:

$T_{\text{máx.}} = 189 \text{ kg} - \text{m}$

Del rango de velocidades del torque tomamos 1444 RPM.

Reemplazando en la fórmula:

$$P = \frac{T \times \text{RPM}}{727,7} = \frac{189\text{kg} \cdot \text{m} \times 1444\text{RPM}}{727,7}$$

$$P = 375 \text{ HP.}$$

Cabe resaltar que el rango de velocidades de la Potencia máxima es diferente al rango de velocidades del Torque máximo, por lo que para la Potencia máxima le corresponde otro torque. En el ejemplo estamos aproximando.

$$C_t = A \times C \times N$$

$$C = 15,0 \text{ cm.}$$

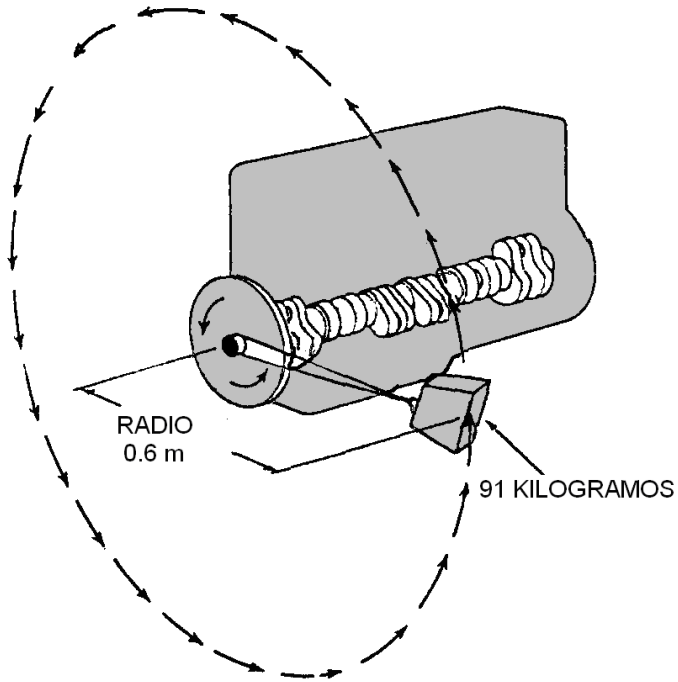
$$N = 6$$

$$A = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3,1416 \times 13,1^2}{4} = 134,78 \text{ cm}^2$$

$$C_t = 134,78 \text{ cm}^2 \times 15 \text{ cm} \times 6$$

$$C_t = 12\,300 \text{ cm}^3 = 12,3 \text{ litros.}$$

Dejamos la comprobación para el modelo
D12D420

CALCULO DE LA POTENCIA EN EL LABORATORIO

$$P = T_c \times \text{RPM}$$

P: potencia.

T_c: torque circunferencial.

RPM: Revoluciones Por Minuto = 2000 RPM.

$$T_c = L_c \times F$$

L_c: longitud de circunferencia.

F: peso = 91 kg.

$$L_c = 2\pi \times r$$

$$\pi = 3.1416$$

$$r = 0,6 \text{ m}$$

$$L_c = 2 \times 3,1416 \times 0,6 \text{ m.}$$

$$L_c = 3,77 \text{ m.}$$

$$T_c = L_c \times F$$

$$T_c = 3,77 \text{ m.} \times 91 \text{ kg.}$$

$$T_c = 343 \text{ kg} - \text{m.}$$

$$P = 343 \text{ kg} - \text{m} \times 2000 \text{ RPM}$$

$$P = 686\,000 \frac{\text{kg} - \text{m}}{\text{min.}}$$

$$\text{Se sabe: } 1 \text{ HP} = 4,572 \frac{\text{kg} - \text{m}}{\text{min.}}$$

$$P = 686\,000 \frac{\text{kg} - \text{m}}{\text{min.}} \times \frac{1 \text{ HP}}{4572(\text{kg} - \text{m})/\text{min}}$$

$$P = 150 \text{ HP}$$

CAPITULO V

- **ANALISIS DE LA
TEMPERATURA DEL
MOTOR**
- **FUNCIONES DEL
LUBRICANTE**
- **ADITIVOS**

ANALISIS DE LA TEMPERATURA DEL MOTOR

Los procesos de compresión y de expansión dentro del cilindro son procesos con intercambio de calor hacia el medio exterior; esto obliga a contar con un sistema de refrigeración que permita mantener la temperatura del motor dentro de límites en los cuales el aceite lubricante tenga una viscosidad adecuada.

Se sabe;

- ❑ La viscosidad del aceite es elevada (más espeso) si la temperatura del motor es baja.
- ❑ La viscosidad del aceite es baja (más delgado) si la temperatura del motor es alta.

Si el motor trabaja muy frío o muy caliente la combustión por lo general será incompleta.

ANALISIS DE LA TEMPERATURA DEL MOTOR DE ACUERDO A LA COMBUSTION (COMBUSTIBLE)

Si el motor TRABAJA POR DEBAJO DE LA TEMPERATURA NORMAL DE FUNCIONAMIENTO (frío) se producirá acumulación de agua en el cárter

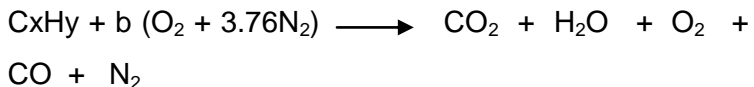
debido al pase del combustible vivo sin combustionar al cárter, con peligro a corroer las piezas debido a la combustión incompleta.

Si el motor TRABAJA POR ENCIMA DE LA TEMPERATURA NORMAL DE FUNCIONAMIENTO (muy caliente) se producirá el fenómeno de disociación que consiste:

El CO_2 se disocia en $\text{CO} + \frac{1}{2} \text{O}_2 - q$

El H_2O se disocia en $\text{H}_2 + \frac{1}{2} \text{O}_2 - q$.

Por lo general en ambos estados, motor frío o muy caliente la combustión incompleta será:



Hidrocarburo genérico : C_xH_y

Aire atmosférico : $b (\text{O}_2 + 3.76\text{N}_2)$

Productos resultantes de la combustión : CO_2
 $+ \text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 + \text{CO} + \text{N}_2$

En los productos resultantes de la combustión incompleta aparecen:

- ❑ El CO que producirá la carbonilla.
- ❑ El O₂ que producirá oxidación.

ANALISIS DE LA TEMPERATURA DEL MOTOR DE **ACUERDO A LA LUBRICACION**

Según Lastra Espinoza y otros (1991) en su libro “Experimentación y Cálculo de Motores de Combustión Interna”:

Si el motor trabaja con temperaturas muy bajas la viscosidad del aceite será alta (mas espeso) y por lo tanto no lubricará adecuadamente, aumentando la fricción entre las piezas en movimiento generando mayores pérdidas mecánicas, haciendo que el motor desarrolle menor potencia y rendimiento (mayor consumo).

El funcionamiento del motor con temperaturas muy altas también es perjudicial; por cuanto también aumenta bruscamente la fricción entre las piezas debido a la pérdida de viscosidad del aceite (más delgado), muchas veces diluyéndose (convirtiéndose en vapor de agua), y aumentando también el estrechamiento del juego entre las piezas. Así por ejemplo si la temperatura del motor sube demasiado, el juego entre la pared del

cilindro y el pistón puede disminuir hasta hacerse cero, y si ha esto agregamos que el aceite empeora su viscosidad, entonces bajo estas condiciones lo más probable es que el pistón trate de agarrotarse.

ANALISIS DE LA TEMPERATURA DEL MOTOR DE ACUERDO AL REFRIGERANTE

Según Lastra Espinoza y otros (1991) en su libro Experimentación y Cálculo de Motores de Combustión Interna”:

El estado térmico del motor (principalmente del grupo pistón – cilindro), depende en gran medida de la temperatura del líquido refrigerante y de la magnitud del coeficiente de conductividad térmica de las paredes del motor (chaquetas de agua), al líquido refrigerante.

El régimen óptimo de funcionamiento de los sistemas de refrigeración depende también de muchos factores, como son: temperatura sobre el material del motor, presión en el circuito de refrigeración, temperatura del líquido refrigerante, carácter del movimiento del líquido refrigerante.

Esta demostrado que la temperatura del líquido refrigerante dentro del motor depende del grado de

forzamiento del motor (funcionamiento), así, para un nivel bajo de exigencia del motor (de carga), la temperatura de las paredes de las chaquetas de agua, que son bañadas por el líquido refrigerante generalmente es menor que la temperatura de saturación del líquido. En esta fase, la conducción del calor de las paredes al líquido no va acompañada de cambio de fase.

Al aumentar la magnitud de forzamiento del motor, hace que aumente la temperatura del líquido refrigerante, el proceso se caracteriza porque la temperatura de las paredes de las chaquetas de agua es mayor que la temperatura de saturación del líquido refrigerante. En este caso el líquido refrigerante se adhiere directamente a la superficie caliente, se calienta y hierve, formando burbujas de vapor, que al ingresar al núcleo frío del flujo (radiador), se condensa. En este caso se produce un determinado cambio de fase (obviamente que no es visible), pero si crece bruscamente la conductividad térmica.

Si se continúa exigiendo al motor su funcionamiento puede llevar a que todo el líquido refrigerante adquiera la temperatura de saturación.

Durante este proceso prevalece la ebullición, por lo que no es conveniente el funcionamiento del motor bajo estas condiciones, ya que produciría el sobrecalentamiento y una probable fundición de los elementos del motor.

Del total de la Energía Térmica que produce la combustión de la mezcla en los cilindros, el motor solo aprovecha aproximadamente una tercera parte para convertirla en energía mecánica (movimiento), otra tercera parte sale por el tubo de escape y el resto eliminado con el sistema de refrigeración.

Si todos los elementos que forman el sistema de refrigeración operan en óptimas condiciones, la temperatura del líquido refrigerante se mantendrá entre los 70° y 90° centígrados.

FUNCIONES DEL LUBRICANTE EN EL MOTOR DE COMBUSTION INTERNA

Los siguientes párrafos de este capítulo se han obtenido de la asignatura de “Combustibles y Lubricantes”, dictado en la Facultad de Ingeniería Mecánica de la Universidad Nacional de Ingeniería.

El lubricante desempeña 6 funciones principales:

- 1.- Lubricar
- 2.- Refrigerar
- 3.- Sellar
- 4.- Limpiar
- 5.- Proteger contra la corrosión
- 6.- Proteger contra el desgaste

1.- LUBRICAR

Es la principal función del lubricante pues, como ya vimos anteriormente, cuando lubricamos superficies sujetas a movimiento estamos disminuyendo la fricción entre ellas, y con ello evitando el DESGASTE, EL RECALENTAMIENTO Y LA PERDIDA DE POTENCIA.

En el motor del automóvil, piezas como anillos, busos, bancadas de cigüeñales, cilindros, pistones,

balancines, están recibiendo constantemente lubricación cuando se encuentran en movimiento.

2.- REFRIGERAR

Durante el funcionamiento normal del motor, fuentes de calor tales como: el calor de la combustión del combustible y el calor generado por la fricción, tienden a provocar un recalentamiento. El aceite lubricante absorbe parte de ese calor y lo disipa al exterior a través del cárter del motor.

3.- SELLAR

El aceite al lubricar los cilindros forma una película que impide el paso al cárter de la mezcla de aire combustible, productos de combustión y combustibles no quemados.

4.- LIMPIAR

Todos los contaminantes que por diversos motivos consiguen penetrar al motor del automóvil y terminan mezclándose con el aceite lubricante, que a su vez debe conducirlos a los filtros donde son retenidos. Aún así, las partículas de menores dimensiones

consiguen atravesar los filtros y tienden a aglomerarse formando lodos. De la misma forma, los residuos de la combustión como hollín, residuos carbonosos, etc. tienden también a aglutinarse especialmente en las partes más calientes del motor formando depósitos carbonosos.

Para evitar la formación de estos depósitos carbonosos y de lodos los aceites lubricantes deben estar formulados con aditivos dispersantes – detergentes, los que actúan sobre estas partículas contaminantes cuando están en tamaño microscópico, evitando que ellas se aglomeren, y manteniéndolas finamente dispersas en el cuerpo mismo del aceite.

Esta función, conocida como dispersante – detergencia, es de máxima importancia en los lubricantes de motores, pues esos contaminantes (carbón, resinas, lacas), pueden obstruir parcial o totalmente los orificios del sistema de circulación del aceite ocasionando pegaduras de anillos, etc.

Por este motivo, es lógico que un aceite que posee estas propiedades se oscurezca mientras está en servicio, esto significa que está cumpliendo con su función de mantener en suspensión las partículas

contaminantes, evitando que estas se depositen en la superficie del motor y por lo tanto manteniendo a este interiormente limpio.

5.- PROTECCION CONTRA LA CORROSION Y HERRUMBE

En la combustión de la gasolina y del petróleo diesel, el azufre y otros compuestos que contienen dan origen a ácidos altamente corrosivos. El aceite lubricante debe neutralizar estos ácidos, evitando que ellos puedan corroer interiormente el motor.

El aceite lubricante debe proteger también las partes metálicas contra la herrumbe provocada por el agua o la humedad.

6.- PROTECCIÓN CONTRA EL DESGASTE

En determinadas bancadas, como por ejemplo los de biela, la película de aceite sufre periódicamente grandes aumentos de presión. La propiedad de resistencia de película del aceite debería ser capaz de soportar estos aumentos de presión de modo de impedir el contacto metálico directo entre el metal y la biela. De igual forma, los mecanismos de busos están sometidos

a altas presiones que tienden a provocar su desgaste si es que el aceite no brinda una adecuada protección.

ADITIVOS

Son sustancias químicas que adicionadas a los aceites les confieren ciertas propiedades nuevas o le refuerzan propiedades ya existentes.

Es importante señalar que cada productor de lubricantes tiene sus propias formulaciones y emplea sus propios aditivos. Tiene las siguientes propiedades:

DISPERSANTES – DETERGENTES

Son sustancias químicas adicionadas a los aceites con la finalidad de mantener en suspensión y finamente disperso el carbón formado por la combustión de la gasolina o del petróleo diesel. Es debido a este hecho que el aceite se oscurece después de algún tiempo de uso.

Otras sustancias tales como: “productos de oxidación y otros contaminantes”, son igualmente mantenidos en suspensión en el aceite, asegurando así, la limpieza interna del motor.

ANTI – OXIDANTES

Todos los aceites lubricantes minerales son derivados del petróleo y constituidos por moléculas de hidrocarburos, cuyos elementos principales son carbono e hidrogeno.

Estas moléculas en presencia de aire y por efecto de las altas temperaturas tienden a reaccionar con el oxígeno, oxidándose y dando origen a productos nocivos como lodos, gomas y barnices (lacas), que además de perjudicar la lubricación aumentan la acidez del aceite y pueden provocar corrosión a las partes metálicas.

Así, el aceite lubricante al efectuar su trabajo en el motor de combustión interna queda sometido a condiciones que favorecen su oxidación, pues como se sabe, su agitación a altas temperaturas en presencia de oxígeno y metales contribuyen a provocar deterioro.

Para retardar este proceso se adicionan a los lubricantes los aditivos “anti – oxidantes”.

Al comenzar la oxidación de las moléculas del aceite, éstas adquieren la propiedad de acelerar la oxidación de sus propias moléculas vecinas, provocando así una reacción en cadena. Los anti –

oxidantes inhiben la acción de las moléculas ya oxidadas, aumentando así el período de vida útil de aceite, pues evitan la formación de productos indeseables para la lubricación.

ANTI – HERRUMBE

Son agentes químicos que evitan la acción de la humedad sobre los metales ferrosos. Son usados para motores de combustión interna, aceites para turbinas y sistemas hidráulicos.

ANTI – ESPUMANTE

Los aceites lubricantes tienden a formar espumas cuando son agitados en presencia de aire. Las burbujas entrampadas en el aceite tienden a reducir la capacidad soportante de carga de la película lubricante, por este motivo, se agregan a los aceites los aditivos anti – espumantes.

EXTREMA PRESION

Cuando las superficies lubricadas son sometidas a elevadas cargas, la película de aceite se rompe, con

lo cual se produce un contactote metal con metal y por lo tanto, un desgaste con generación de calor.

Tal efecto se evita dosificando los aceites con aditivos de extrema presión, los cuales son sustancias que reaccionan con los metales, dando origen a compuestos que funcionan como lubricantes sólidos.

Para la lubricación de engranajes, y especialmente para diferenciales de automóviles, es esencial que los lubricantes contengan aditivos de extrema presión.

ANTI – DESGASTE

Los aditivos anti – desgaste son usados cuando las condiciones de lubricación son tales que existen un acentuado desgaste abrasivo. Estos aditivos son usados comúnmente en aceites para motor de combustión interna y sistemas hidráulicos.

ANTI – CORROSIVOS

Los agentes corrosivos presentes en el aceite provienen en general de su propia oxidación, pero en el caso de los motores proviene principalmente de los ácidos formados en la combustión. Los aditivos

anticorrosivos neutralizan tales ácidos tomándolos inocuos y protegiendo así, de ese efecto, las superficies metálicas, especialmente las aleaciones especiales de los metales de bancada y de biela.

MEJORADORES DEL INDICE DE VISCOSIDAD

Los aditivos mejoradores del índice de viscosidad son sustancias que agregadas a los aceites hacen que su viscosidad varíen menos con las distintas temperaturas, aumentando consecuentemente su INDICE DE VISCOSIDAD. En otras palabras, tales aditivos permiten que un aceite pueda ser utilizado en diferentes condiciones de climas o distintas temperaturas de funcionamiento del motor. Tales aceites son denominados multigrados. Así tenemos, un SAE 20W – 40 equivale a un SAE 20W, aun SAE 20, a un SAE 30 y aun SAE 40; lo que también equivale a decir que a bajas temperaturas se comporta como un SAE 20W (W = winter = frío), y a altas temperaturas se comporta como un SAE 40.

DEPRESORES DEL PUNTO DE ESCURRIMIENTO O FLUIDEZ

Son agentes químicos que disminuyen el punto de fluidez de los lubricantes mediante la modificación de la estructura de los cristales de cera parafínica que se van formando en el aceite cuando éste se encuentra sometido a condiciones de muy baja temperatura.

CAPITULO VI

SISTEMA DE ALIMENTACION

CARBURADOR

DEFINICION: Es la parte principal del sistema de alimentación de un motor a gasolina, cuya finalidad es:

- Garantizar que la formación de la mezcla sea la más homogénea posible y que se vaporice la mayor cantidad de combustible.
- Garantizar una composición adecuada de la mezcla para cada régimen de carga del motor (cantidad de gasolina), como de velocidad.
- Asegurar que la distribución de la mezcla por cilindro sea la más homogénea posible.

La mezcla estequiométrica (ideal) esta compuesta por 14.7 partes de aire y 1 parte de gasolina en peso.

CIRCUITOS DEL CARBURADOR

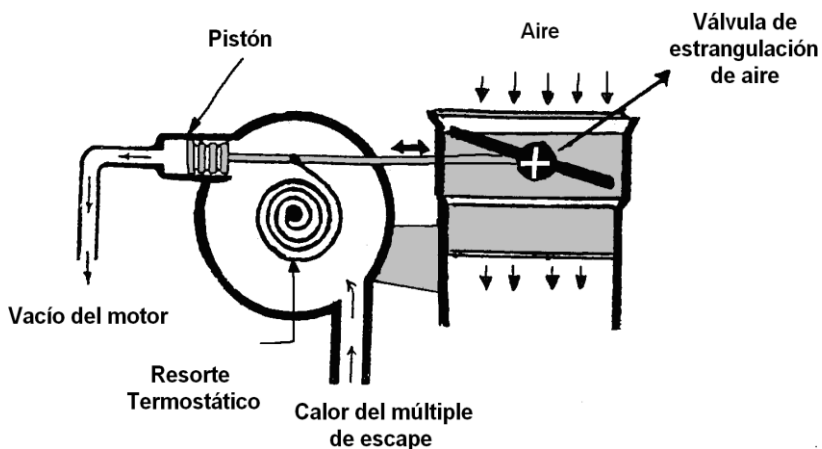
1.- CIRCUITO DE CONTROL DE AIRE O DEL EXTRANGULADOR

Este circuito conformado por la válvula de estrangulación llamado también Choke, se emplea en el momento de hacer arrancar un motor que esta frío.

La finalidad de este circuito es disminuir la entrada de aire hacia el carburador y de esta manera enriquecer la mezcla para que el motor arranque rápidamente.

El Choke puede ser accionado a mano desde el tablero del instrumento o automáticamente.

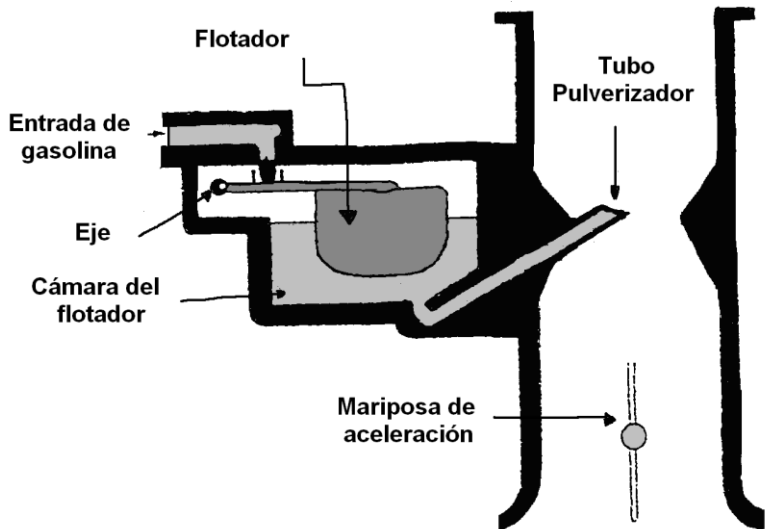
A continuación en la siguiente figura, se observa un Choke que aprovecha el calor del escape y el vacío del motor.



Cuando el motor está frío, el Choke permanece cerrado por acción del resorte termostático. Al arrancar el motor, el vacío creado por los cilindros tira el pistón conectado al Choke y este se abre un poco para permitir el ingreso de una pequeña cantidad de aire al carburador. En esta posición permanece 3 minutos aproximadamente, hasta que el calor que viene del tubo del múltiple de escape hace perder la tensión al resorte termostático abriendo lentamente el Choke. En esta posición el Choke permanece abierto durante todo el tiempo que funcione el motor.

2.- CIRCUITO DE LA CÁMARA DEL FLOTADOR

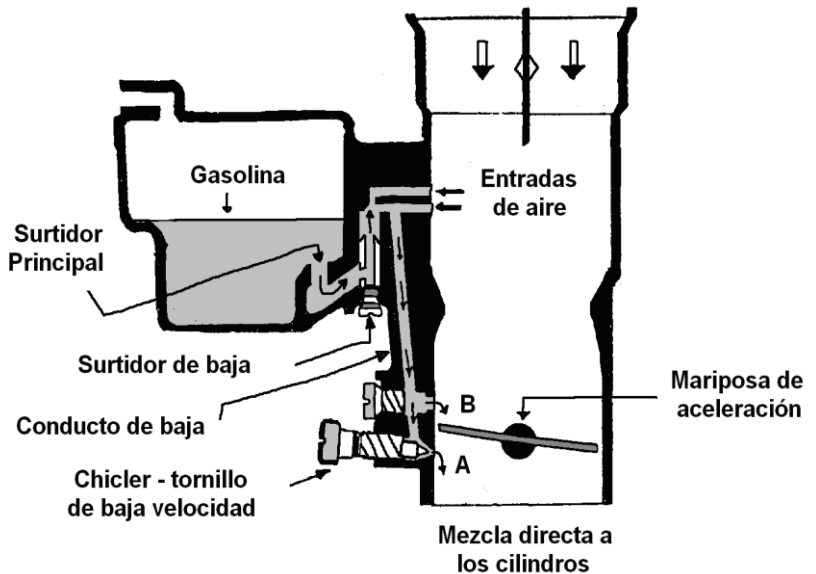
Este circuito tiene por objetivo mantener un nivel fijo de gasolina en la cámara del flotador (cuba) a diferentes velocidades del motor. También tiene por objetivo mantener una inyección adecuada de gasolina.



Cuando el nivel del flotador es muy alto, el arranque del motor es difícil, el carburador se inunda (se ahoga). Cuando el nivel del flotador tiene un nivel bajo ocasionará falta de gasolina, el motor trabajará con una mezcla muy pobre y recalentará.

3.- CIRCUITO DE BAJA VELOCIDAD

Este circuito entrega la mezcla aire gasolina hasta una velocidad aproximada de 30 Km/hr. Luego trabajará conjuntamente con el circuito de alta velocidad. Este circuito deja de funcionar cuando el vehículo se desplaza a más de 45 Km/hr. aproximadamente.



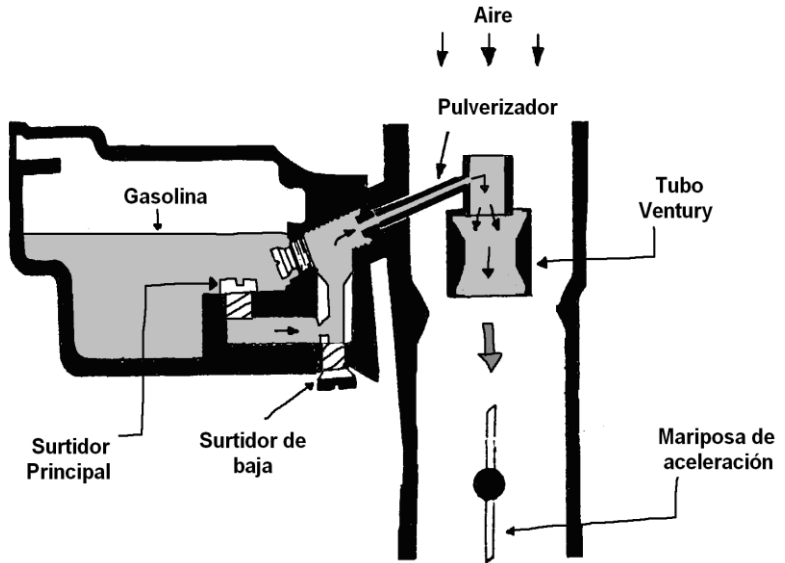
Cuando el motor está en ralentí es decir funcionando en velocidad mínima (sin pisar el acelerador) la mariposa de aceleración está en estado

semicerrada. El vacío generado es bajo y se extrae combustible de la cuba que pasa por el surtidor principal pasa por el surtidor de baja, se mezcla con el aire y desciende por el conducto de baja para salir por el agujero (A), situado debajo de la mariposa de aceleración. Este agujero posee un tornillo de mínimo para regular la mezcla en baja velocidad.

Al presionar el pedal del acelerador, la mariposa de aceleración se abre más y descubre el agujero (B), aumentando la velocidad del motor hasta lo mencionado.

4.- CIRCUITO DE ALTA VELOCIDAD

Al aumentar la velocidad, la mariposa de aceleración se abre más y por el tubo ventury crea un vacío en el pulverizador y la gasolina empieza a salir de la cuba a través del surtidor principal (ver figura).

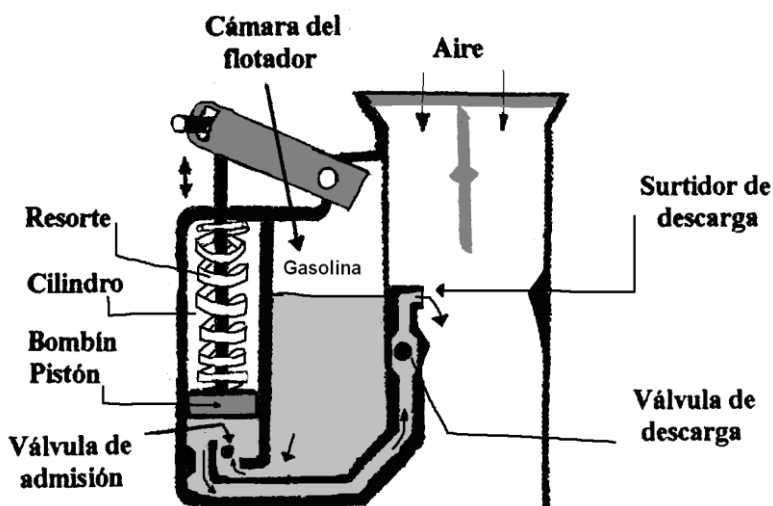


Alrededor de los 45 Km/hr. (aproximadamente), el circuito de baja deja de funcionar, y de aquí en adelante la alimentación se realiza por el tubo pulverizador.

En algunos carburadores la variación de suministro de cantidad de gasolina a los cilindros del motor, se hace por medio del surtidor principal y una varilla limitadora. En otros se consigue por medio del surtidor de baja velocidad y el surtidor principal.

5.- CIRCUITO DE LA BOMBA DE ACELERACION

Si se requiere que el motor aumente su aceleración instantáneamente en forma considerable, se necesita una cantidad adicional de gasolina, que lo consigue a través del circuito de la bomba de aceleración.



Al pisar el pedal de aceleración, la varilla del pistón ejerce presión sobre la gasolina dentro del cilindro, este desplazamiento del pistón hacia abajo cierra la válvula de admisión y abre la válvula de descarga para que el chorro de gasolina sea

pulverizado por el surtidor de descarga. Al soltar el pedal del acelerador la varilla jala al pistón y este sube provocando una succión que cierra la válvula de descarga, abre la válvula de admisión y regresa la gasolina a la cámara del flotador (cuba).

Cuando el pedal de aceleración se mantiene sin variaciones no habrá inyección adicional de gasolina y aumento instantáneo de la aceleración.

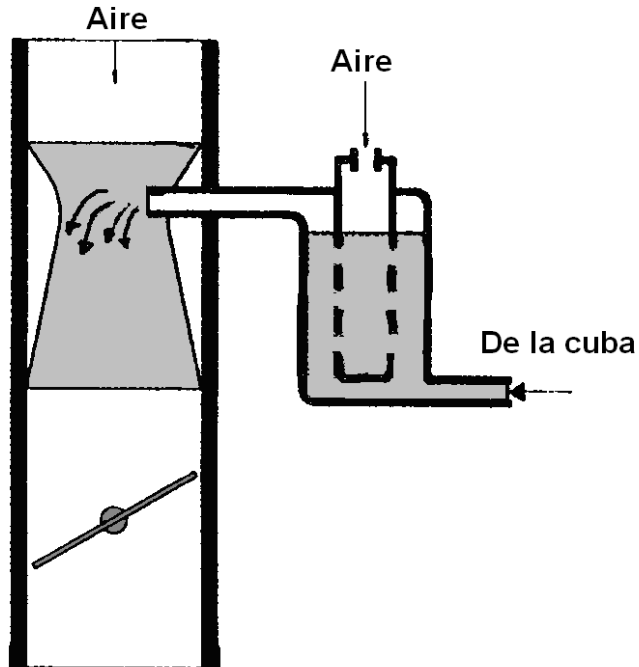
6.- COMPENSADORES

Se encargan de formar mezclas próximas a la estequiométrica 14.7 a 1 corrigiendo las deficiencias del funcionamiento del carburador.

COMPENSADOR DE ALTA VELOCIDAD (aire antagonista)

A moderadas revoluciones del motor el carburador da una mezcla correcta. Cuando el motor gira más de prisa es necesario que el compensador empobrezca la mezcla.

En la siguiente figura se ve este tipo de compensador.



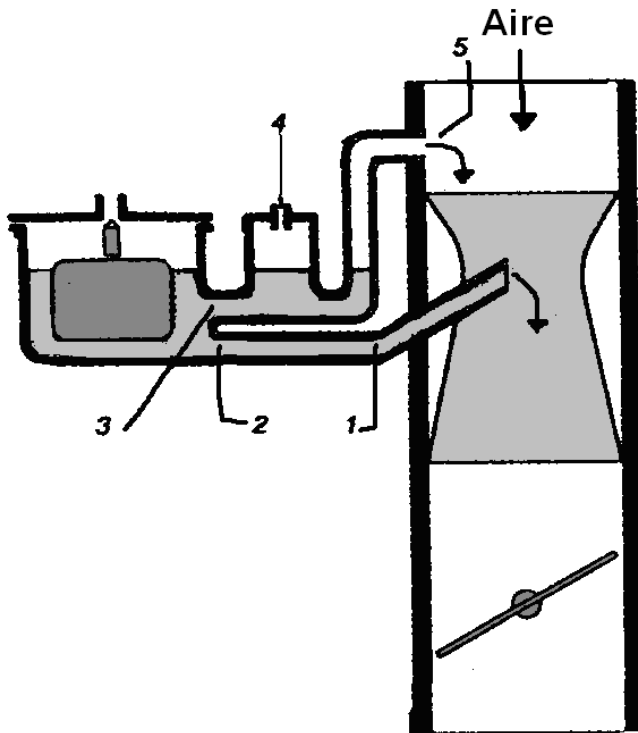
En un depósito similar a la de la cuba existe un tubo con un orificio calibrado por donde penetra el aire y en la parte sumergida en gasolina posee varios orificios laterales.

Cuando la velocidad la velocidad del aire en el tubo venturi no es grande, la gasolina es absorbida de la superficie y la mezcla resulta adecuada.

Cuando la succión es mayor (mayor velocidad de aire) la mezcla tiende a enriquecerse, dejando los orificios laterales del tubo al descubierto, con lo que la

succión se hace también sobre el aire del soplador (orificio superior), consiguiendo una mezcla empobrecida.

COMPENSADOR DE BAJA Y ALTA VELOCIDAD (calibre complementario)



(1) Surtidor principal; (2) Calibre principal; (3) Calibre auxiliar; (4) Soplador; (5) Surtidor compensador.

Es un compensador para enriquecer la mezcla a bajas revoluciones y empobrecer la mezcla a altas revoluciones.

El surtidor principal (1), también se denomina pulverizador.

A bajas revoluciones, el motor se alimenta de gasolina del surtidor principal (1), mas la que fluye del calibre auxiliar (3), enriqueciendo la mezcla.

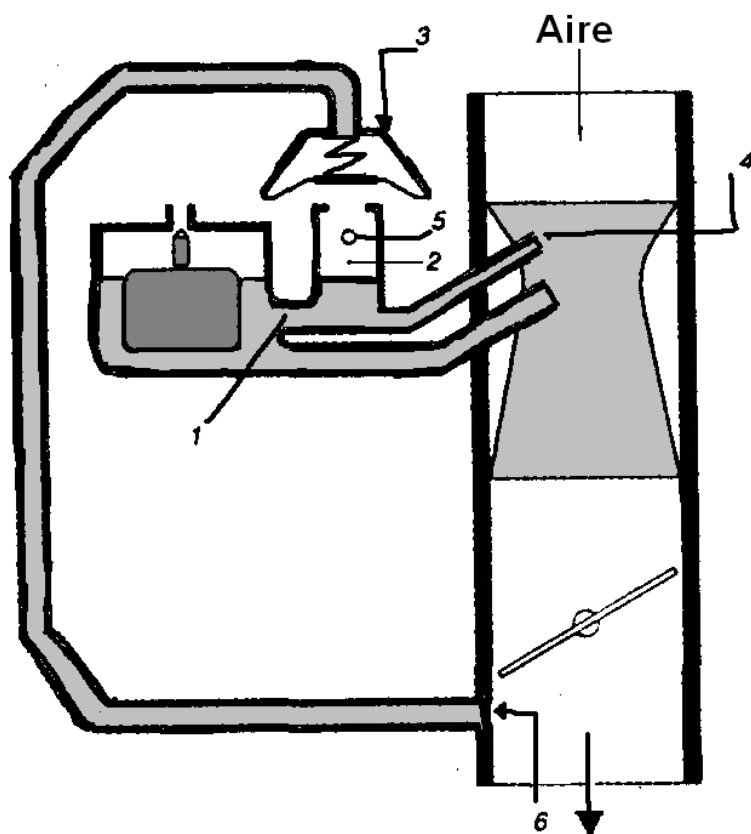
A medida que sube las revoluciones se va agotando la gasolina en el depósito adyacente de la cuba por lo que el aire que entra por el soplador (4), se mezcla con la gasolina empobreciendo la mezcla.

Cuando el motor gira a altas revoluciones y agotada la gasolina del deposito adyacente, la succión de aire se hace directamente del soplador (4), empobreciendo aun más la mezcla.

7.- ECONOMIZADORES (Econostatos)

Hay situaciones que es posible ahorrar gasolina sin perjudicar la buena marcha del vehículo.

Rebajar la riqueza de la mezcla se puede conseguir de dos maneras aumentando el aire o disminuyendo la gasolina.

ECONOMIZADOR CON REGULACION DE AIRE

(1) Calibre auxiliar; (2) Pozo; (3) Válvula de membrana; (4) Surtidor auxiliar; (5) Taladro; (6) Toma de vacío.

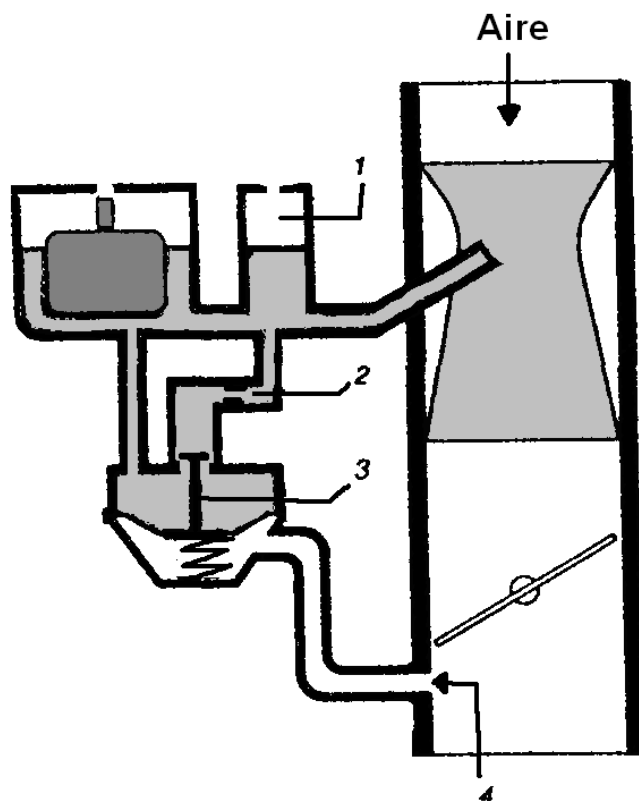
Con la mariposa de aceleración cerrada y el motor en ralentí, el sistema no funciona por no haber succión por la toma de vacío (6).

Con la mariposa de aceleración un poco abierta y el motor girando de prisa (caso del motor actuando como freno, no muy presionado el pedal de aceleración), la succión en la toma de vacío (6), es grande y la fuerza de vacío levanta la membrana de la válvula (3), dejando el paso del aire al pozo (2), empobreciendo la mezcla.

Con la mariposa de aceleración parcialmente abierta (caso velocidad de cruce: máximo ahorro de combustible), el vacío en (6), decrece y mantiene la válvula (3), mas o menos abierta, empobreciendo un poco la mezcla.

Con la mariposa de aceleración totalmente abierta, la fuerza del vacío es prácticamente nula y la válvula (3), se cierra (baja su membrana), entrando únicamente aire por el orificio (5), que funciona como compensador mínimo.

ECONOMIZADOR CON REGULACION DE GASOLINA



(1) Pozo; (2) Calibre auxiliar; (3) Válvula de membrana; (4) Toma de vacío.

Con la mariposa de aceleración totalmente abierta (alta velocidad) la toma de vacío (4), es casi nula, la membrana de la válvula (3), esta hacia arriba y deja el paso de gasolina a través del calibre auxiliar (2).

Con la mariposa parcialmente abierta (mediana velocidad), la toma de vacío (4), aumenta y baja la membrana de la válvula (3), dejando pasar menos gasolina, con lo que se empobrece la mezcla y se economiza.

Cuando el motor actúa como freno (no muy presionado el pedal de aceleración), la toma de vacío (4), es grande y la membrana de la válvula baja aún más, cerrando la subida de combustible y empobreciendo la mezcla.

8.- SISTEMA DE ARRANQUE EN FRIO

El arrancador que mueve al motor de explosión para el arranque, lo hace girar hasta 150 y 200 R.P.M. A este número de revoluciones es posible el arranque en caliente. Pero cuando el motor esta frío, hace falta una mezcla rica y se hace necesario instalar un circuito especial para el arranque en estas circunstancias.

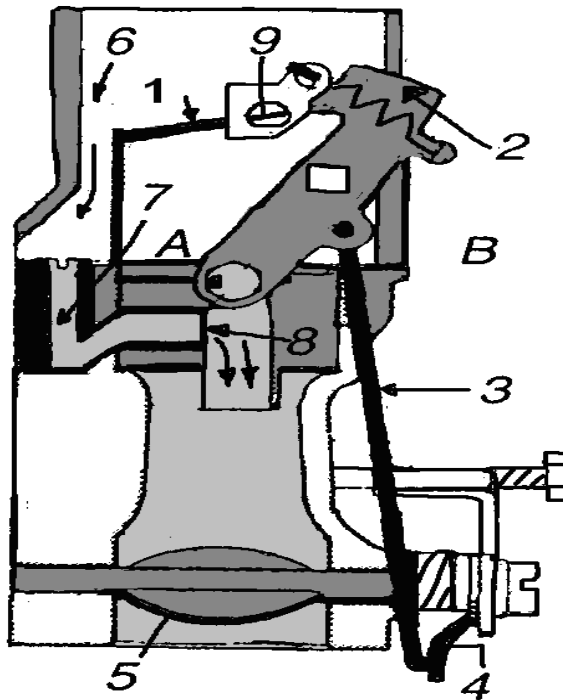
La mezcla rica para el arranque en frío se puede conseguir por dos procedimientos:

- Obturando el aire mediante otra mariposa situada por encima del surtidor principal, para incrementar la succión sobre él.
- Disponiendo de una salida de gasolina especial para el caso.

Al sistema de arranque en frío también se le suele llamar “stater”.

El accionamiento del sistema puede ser manual o automático y en ambos casos no debe superar las 2,500 o 3,000 R.P.M. hasta que el motor haya alcanzado la temperatura normal de funcionamiento.

En la siguiente figura, se representa un corte y el funcionamiento del sistema de arranque en frío de un carburador Weber, con mando manual.



(1) Estrangulador; (2) Palanca; (3) Varilla de accionamiento de la mariposa; (4) Palanca de la mariposa; (5) Mariposa; (6) Toma de aire; (7) Tubo de emulsión; (8) Surtidor principal; (9) Eje de estrangulador

El estrangulador (1), esta cerrado por que desde el tablero de instrumentos, mediante un cable de acero enfundado y sujeto a la palanca (2), con un

tornillo prisionero en (A), ha trasladado la palanca desde la posición (B), a la posición (A), al mismo tiempo la varilla (3), actuando sobre el brazo (4), ha abierto un poco la mariposa de aceleración (5), para que la succión de los cilindros se haga sobre el surtidor principal (8) (pulverizador). El aire entra por el orificio (6), se mezcla con la gasolina del tubo emulsionador (7), y sale por el pulverizador (8).

Al aumentar las revoluciones y con mezcla rica el motor tendería a ahogarse. La succión hace más fuerza sobre el estrangulador (1), y la abre parcialmente.

Al anular el estrangulador del tablero la palanca (2), regresa de la posición (A), a la posición (B), para lo cual se ha activado la leva (9), con el resorte adjunto, moviendo también la varilla (3), quien cierra la mariposa de gases (5).

NOTA:

- Los compensadores en la mayoría de casos enriquece la mezcla en baja velocidad y empobrece la mezcla en alta velocidad o según sea el caso en mayor succión (vacío).
- Los economizadores en la mayoría de casos empobrece la mezcla a baja velocidades.

- Los economizadores poseen diafragma que funcionan con la succión.
- Los economizadores van conectado a un orificio debajo de la mariposa de aceleración para la succión respectiva del diafragma.

CAPITULO VII

CIRCUITO DE ENCENDIDO

CIRCUITO DE ENCENDIDO

Un circuito de encendido convencional esta constituido por los siguientes elementos:

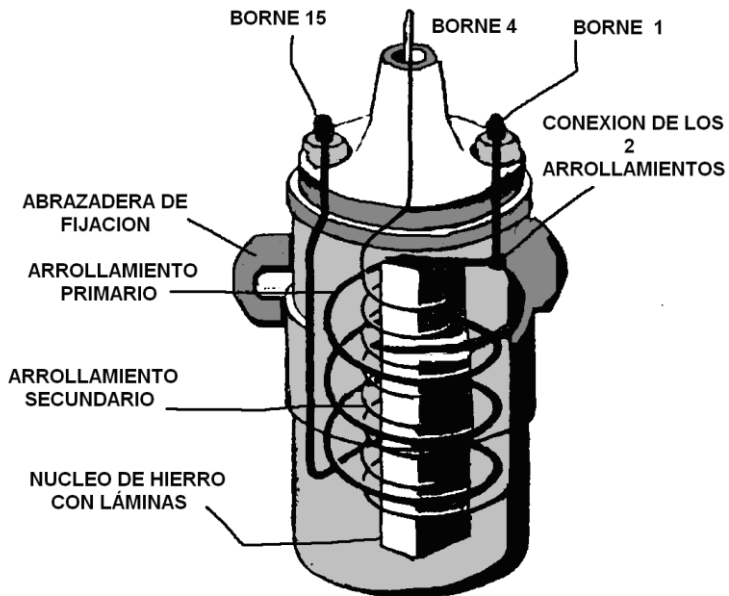
- Batería
- Interruptor de encendido o llave de contacto
- Bobina
- Distribuidor
- Ruptor
- Condensador
- Bujía

BOBINA

Recepciona el voltaje de baja tensión proveniente de la batería y la transmite en impulso de voltaje de alta tensión, para hacer saltar la chispa entre los electrodos de la bujía.

Esta formado por un núcleo de hierro en forma de barra.

Consta de un arrollamiento secundario formado por una gran cantidad de espiras de hilo fino de cobre (entre 15 000 y 30 000 vueltas), aisladas del núcleo. Ver figura.



Consta también de un arrollamiento primario formado por centenares de espiras de hilo grueso aisladas del secundario. La cantidad del número de espiras del arrollamiento primario está comprendido entre 250 y 500 vueltas.

Un extremo del arrollamiento primario se conecta al borne "B", "15", ó "+", que va conectado al positivo de la batería.

El otro extremo del arrollamiento primario, previa conexión con el arrollamiento secundario se conecta del borne “D”, “1”, ó, “-“, al condensador y martillo (platino).

El arrollamiento secundario se conecta a una boquilla central de la bobina donde se aloja el cable de encendido, que lleva alta tensión al distribuidor.

Los arrollamientos y el núcleo, se rodea con chapa magnética y masa de relleno para la sujeción con la carcasa de la bobina. Por lo general están sumergidos en aceite de alta rigidez dieléctrica, que sirve de aislante y refrigerante.

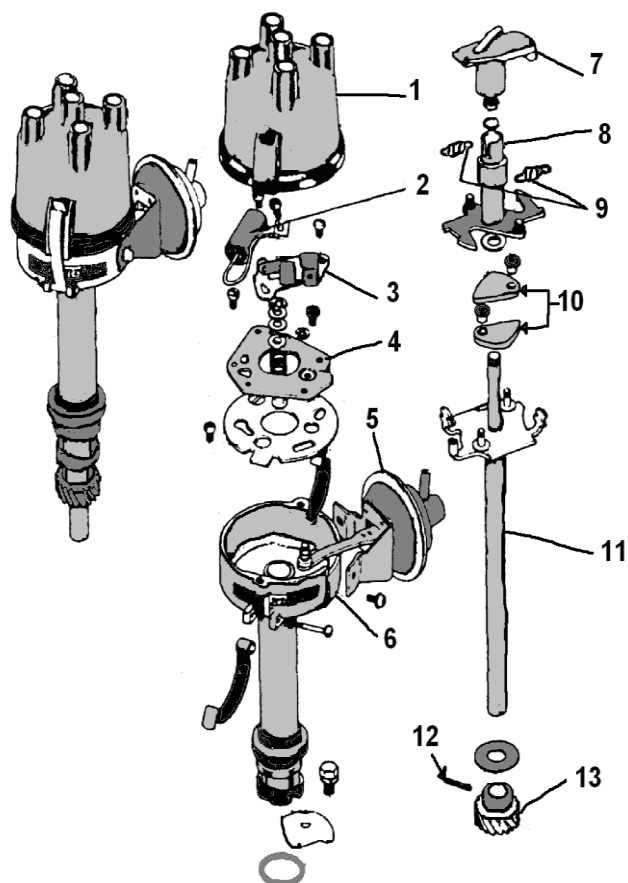
CONJUNTO DISTRIBUIDOR

El distribuidor cuya función es distribuir la corriente de alta tensión a las bujías según el orden de encendido del motor va acoplado al motor y posee la mitad de R.P.M. (Revoluciones Por Minuto), que el cigüeñal.

Se distingue dos partes principales:

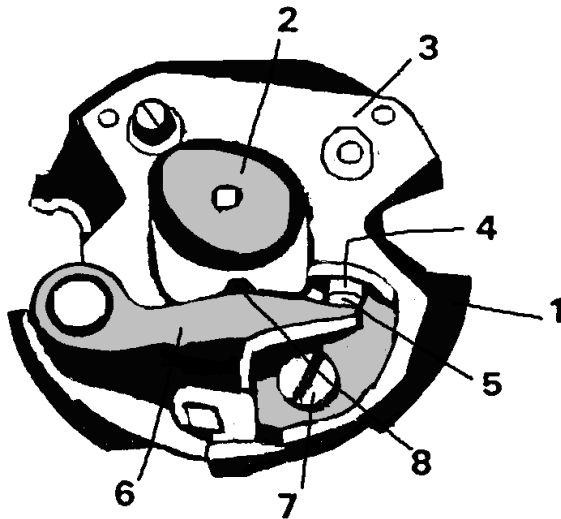
- 1.- El circuito de baja tensión o primario, que incluye el ruptor y condensador.
- 2.- El circuito de alta tensión o secundario, constituido por el distribuidor propiamente dicho.

CONJUNTO DISTRIBUIDOR



- 1.- Tapa que se sujeta con una brida
- 2.- Condensador
- 3.- Contactos del ruptor

- 4.- Placa
- 5.- Cápsula del sistema de avance del encendido
 por vacío
- 6.- Carcasa o cuerpo o cabeza delco
- 7.- Rotor o dedo distribuidor
- 8.- Leva
- 9.- Muelles
- 10.- Contrapesos
- 11.- Eje
- 12.- Pasador
- 13.- Piñón de engrane

RUPTOR

- 1.- Placa
- 2.- Leva
- 3.- Placa portacontactos
- 4.- Yunque (contacto deslizante)
- 5.- Contacto
- 6.- Martillo
- 7.- Tornillo
- 8.- Talón del martillo

Cuando los platinos están cerrados la corriente primaria (bajo voltaje), pasa y carga la bobina con

energía magnética. Cuando los platinos se abren los arrollamientos primarios y secundarios y el núcleo de la bobina se desmagnetiza. Este proceso origina la formación de alto voltaje en el bobinado secundario o transformador.

La leva separa o junta los contactos del ruptor, para lo cual roza con el talón del martillo, al que empuja, separando los contactos cuando se presenta un saliente.

El número de salientes de la leva coincide con el de cilindros del motor.

El ángulo de giro de la leva durante el cual permanecen cerrados los contactos del ruptor se llama ángulo de leva. El ángulo de giro de la leva durante el cual permanecen abiertos los contactos del ruptor se llama ángulo de chispa. En una leva de cuatro salientes (para motor de cuatro cilindros), la suma de un ángulo de leva y un ángulo de chispa es $\frac{360}{4} = 90^\circ$.

Se llama ángulo Dwell a la fracción de tiempo en que los contactos están cerrados. En el ejemplo citado anteriormente (motor de cuatro cilindros), si el ángulo de

leva es de 55° , el ángulo de chispa será $90^\circ - 55^\circ = 35^\circ$,

y el ángulo Dwell será $\frac{55^\circ}{90} = 0,61 = 61\%$.

Cuando la separación del contacto (5), es muy grande (ángulo de leva pequeño), significa que el tiempo que está cerrado el contacto (5), es escaso y, por ello, el tiempo que está pasando corriente por el primario de la bobina se reduce en exceso, no cargándose adecuadamente con energía magnética y provocando que la tensión inducida en el secundario disminuya.

Cuando la separación del contacto (5), es muy pequeña (ángulo de leva grande), significa que el tiempo que está abierto el contacto (5), es escaso, ocasionando dificultades en las cargas y descargas del condensador en perjuicio de la chispa de la bujía.

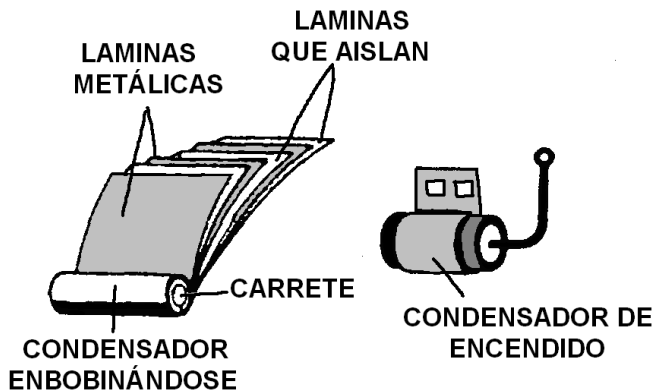
La separación genérica aproximada entre contactos (5), correcta, está entre 0,30 y 0,40 mm.,.

En un motor de cuatro cilindros, el ángulo de leva de los contactos (5), es aproximadamente de 55° , en el de seis, 40° y, en el de ocho, 34° .

Los contactos entre el martillo (5) y el yunque (4), son de acero al tungsteno, material este con alto punto de fusión y elevada dureza. Antiguamente se fabricaban

de platino, por cuya causa se le llamaba platinos a los contactos (4) y (5) del ruptor.

CONDENSADOR DE ENCENDIDO



Sus misiones fundamentales son:

- 1.- Aumentar la rapidez en el corte de la corriente primaria.
- 2.- Evitar la chispa entre los contactos (4) y (5), del ruptor.

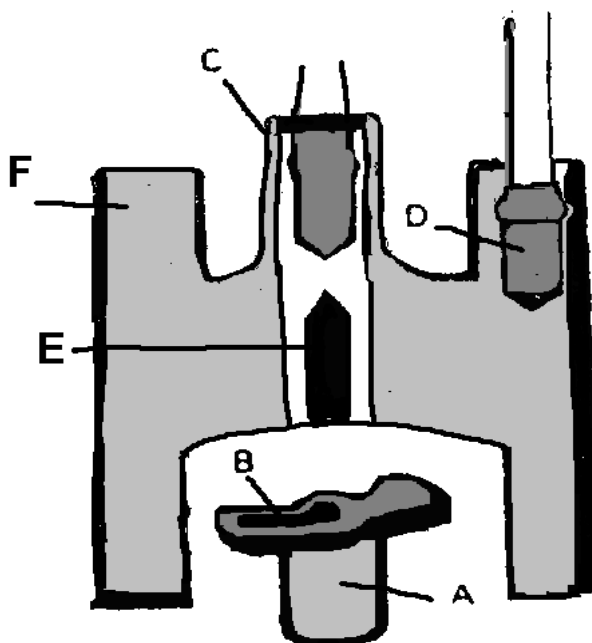
Los condensadores están formados por láminas de metal, aisladas entre si por un material aislante (dieléctrico). Las láminas de metal suelen ser láminas de

papel de estaño o aluminio y el aislante papel parafinado.

El conjunto se enrolla formando un cilindro sólido, en el que se efectúan las conexiones eléctricas, de tal forma que un conjunto de láminas queda conectado al borne de masa y el otro conjunto de láminas queda conectado a un cable que sobresale al exterior y forma el borne positivo.

DISTRIBUIDOR DE ENCENDIDO

Reparte entre todas las bujías que llegan a la cámara de combustión en forma de chispa, la alta tensión proveniente del secundario de la bobina de encendido. El distribuidor de encendido reparte siguiendo un orden determinado (orden de encendido) de acuerdo al número de cilindros y en el instante preciso.



A.- Rotor

C.- Borne central

E.- Carboncillo

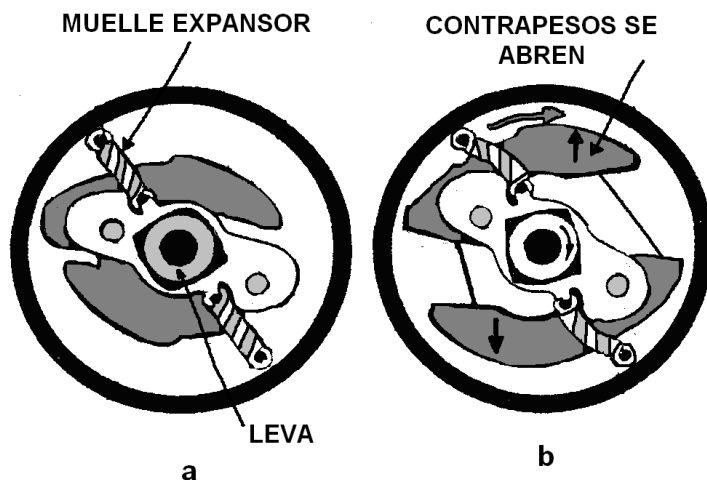
B.- Lámina metálica

D.- Contactos laterales

F.- Bornes laterales

Cuando la leva abre los contactos del ruptor, llega al borne central C un impulso de alta tensión, que pasa al rotor A a través del carboncillo E y, por medio de la lámina B (que en ese momento apunta a uno de los bornes laterales F), se transmite a uno de los bornes D, mandando a la bujía correspondiente el alto voltaje

de encendido. Entre la punta de la lámina B y los contactos laterales D, queda un espacio comprendido entre 0,25 y 0,5 mm, que evita el desgaste y fricción entre ambos.



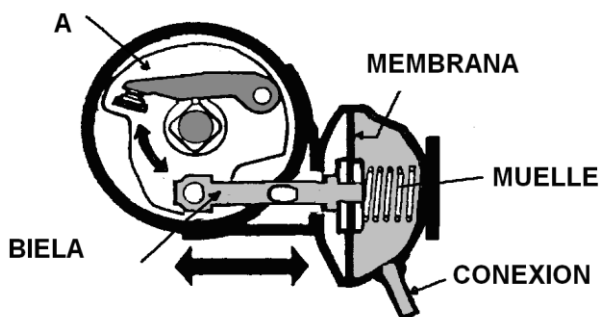
Los muelles I se fijan entre los salientes H de la plataforma y los salientes G de los contrapesos. Se acopla el plato B de la leva, en cuyas ventanas C encajan los tetones D de los contrapesos. En su giro, el eje arrastra al plato B, que a su vez obliga a girar a todo el conjunto. Cuando la velocidad de rotación es grande, los contrapesos G, se separan empujando al conjunto de leva A, que se adelanta en su propio sentido de giro, con cuya acción se consigue que comiencen a abrirse un poco antes los contactos del ruptor, lo que supone un avance del encendido. Los muelles I se oponen a este

movimiento y las tensiones de los muelles I se oponen de modo que el avance resulte excesivo.

En las posiciones de reposo (a) y de máximo desplazamiento (b) de los contrapesos, a la cual se llega cuando la velocidad de rotación es elevada, separándose los contrapesos por acción de la fuerza centrífuga, contra la oposición que presentan los muelles. Este desplazamiento de los contrapesos implica que el conjunto de leva se adelanta unos grados en el giro con respecto a la placa portadora, lo cual supone que el martillo y el yunque contactos del ruptor empiecen abrirse un poco antes de la posición de reposo, lográndose con ello un avance al encendido.

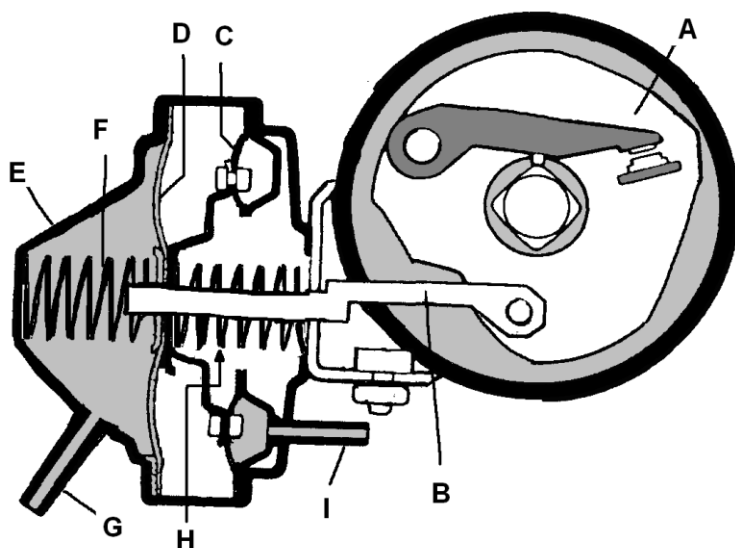
SISTEMA DE AVANCE POR VACIO

AVANCE DE ENCENDIDO



El avance por vacío adelanta el instante de encendido, en función de la carga del motor, actuando sobre el plato portarruptor A, al cual hace girar en sentido contrario al giro de la leva

En la figura puede verse que el plato portarruptor A, se une a la biela, y por su extremo opuesto va fijada a la membrana de una cavidad de vacío, que es mantenida en posición por el muelle. Cuando el grado de vacío que ingresa por la conexión es grande, tira de la membrana hacia la derecha y, por medio de la biela se hace girar un cierto ángulo al plato portarruptor A, en sentido contrario al giro de la leva, obteniéndose un avance del encendido.

AVANCE Y RETARDO DE ENCENDIDO

A.- Plato portarruptor

C.- Membrana secundaria

E.- Cavidad

G.- Tubo (avance)

I.- Tubo (retardo)

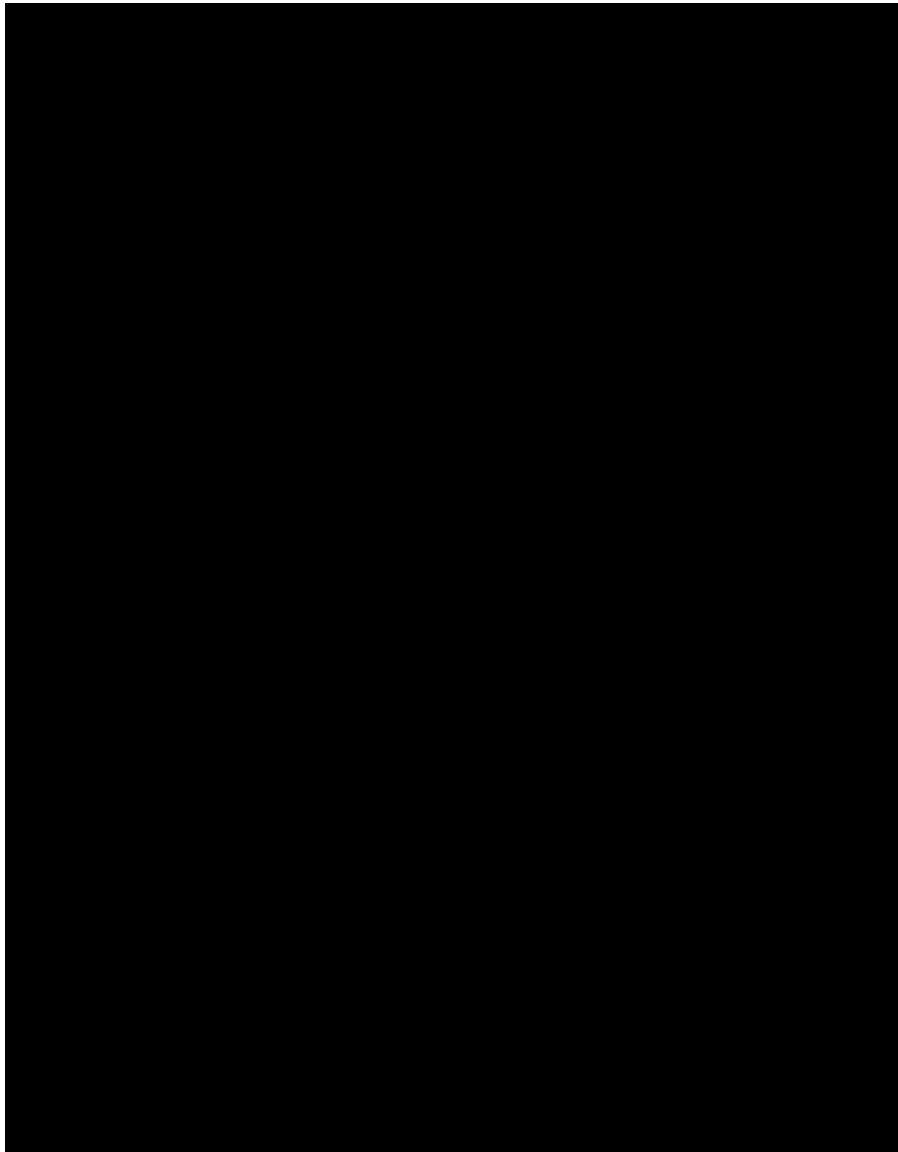
B.- Brazo de mando

D.- Membrana primaria

F.- Muelle

H.- Muelle

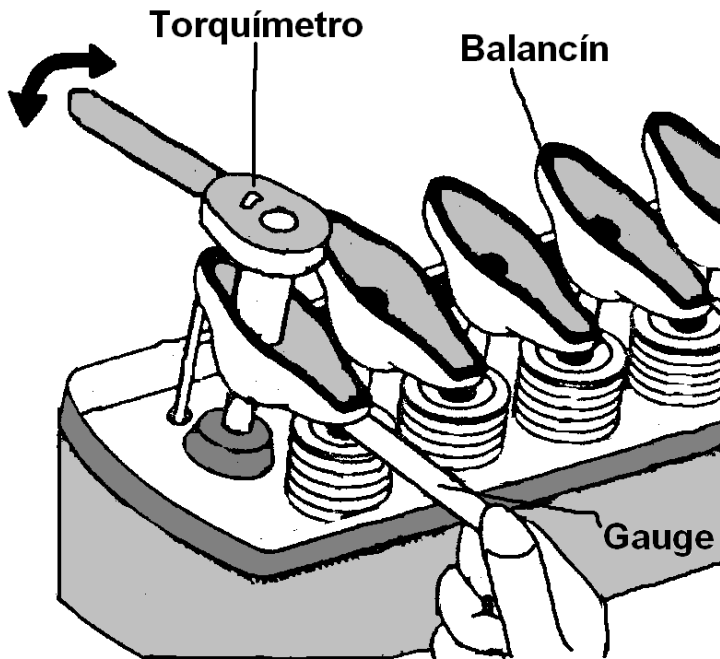
En este caso se dispone de una segunda cavidad llamada de retardo, junto a la de avance y en combinación con ella. La cavidad de retardo se conecta por el tubo I al colector de admisión por debajo de la mariposa de gases, mientras la de avance lo hace (por medio del tubo G), por encima.



CAPITULO VIII

CALIBRACION DE VALVULAS

CALIBRACION DE VALVULAS



Es el mantenimiento que se realiza al sistema valvular. Se realiza básicamente por dos motivos:

- 1.- Debido al desgaste que sufren todos los componentes.
- 2.- Cuando varía la distancia entre sus ejes de levas (cuando están ubicadas en el bloque) y las válvulas, ósea cuando se ajustan los pernos de las culatas o se afloja la cadena o faja de sincronización.

La calibración de válvulas se va ha realizar periódicamente como parte del programa de mantenimiento preventivo; y consiste en la regulación de la luz.

LUZ

Es la distancia entre el vástago de la válvula y el balancín, sirve para compensar la dilatación de todos los componentes y además para permitir que las válvulas se abran y se cierren en momentos precisos con relación al movimiento del pistón.

En motores que cuentan con busos hidráulicos no se realiza la calibración debido a que la luz es compensada por el propio buso.

La luz lo determina el fabricante y al calibrarla se debe tener en cuenta las especificaciones, las cuales determinan si se calibran con el motor frío o caliente (apagado o encendido).

METODOS DE CALIBRACION

Antes de emplear cualquier método se debe identificar a las válvulas y conocer el orden de encendido y a su vez tomar en cuenta las

especificaciones del fabricante. Explicaremos los siguientes métodos:

- 1.- Método de la Polea.
- 2.- Método del Rotor.
- 3.- Método del Traslapo.
- 4.- Método Corrido.

1.- **METODO DE LA POLEA**

Al emplear este método debo reconocer el intervalo entre explosiones, ósea 720° que da el ciclo de cuatro tiempos entre el número de cilindros. Así tenemos en motores de tres cilindros las explosiones se darán cada $\frac{720}{3} = 240^\circ$; en motores de cuatro cilindros

las explosiones se darán cada $\frac{720}{4} = 180^\circ$; en motores

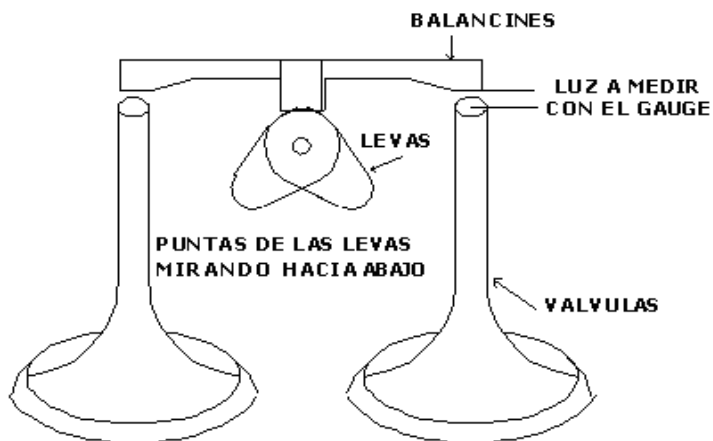
de 6 cilindros las explosiones se darán cada $\frac{720}{6} = 120^\circ$; en motores de ocho cilindros las

explosiones se darán $\frac{720}{8} = 90^\circ$. Luego se procede a

ubicar al cilindro N° 1 en Comprensión (ambas válvulas cerradas debido a que las puntas de las levas señalan

hacia abajo, ver figura), y se observa la marca de sincronización de la polea frente al puntero fijo, a partir de esta marca se divide la polea del cigüeñal de acuerdo al intervalo de explosiones y orden de encendido, se gira la polea y cada vez que la marca de un cilindro coincida con el puntero se calibra las válvulas de dicho cilindro.

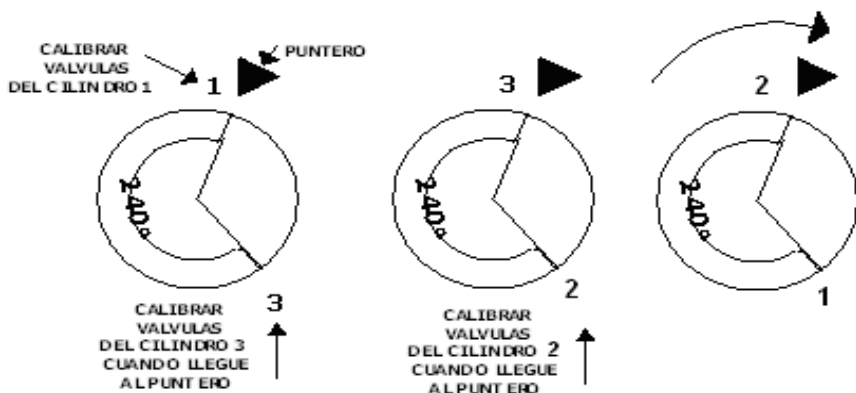
DIBUJO DE LA DISPOSICION QUE DEBEN TENER LAS VALVULAS Y LEVAS DEL PRIMER CILINDRO EN ESTADO DE COMPRESION.



ESQUEMA DE LA DIVISION DE LA POLEA DEL CIGÜEÑAL PARA UN MOTOR DE TRES CILINDROS DE ACUERDO AL INTERVALO DE EXPLOSIONES Y DEL ORDEN DE ENCENDIDO.

O. E. = Orden de encendido.

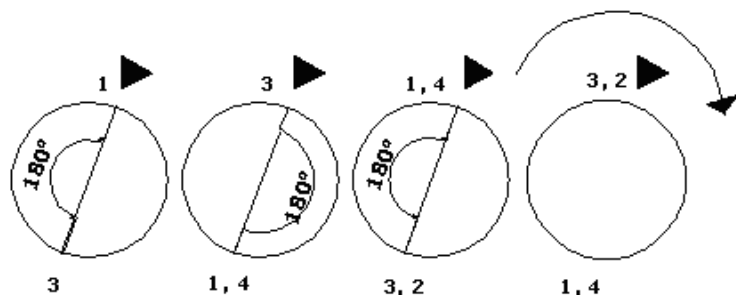
O. E. del motor de 3 cilindros: 1, 3, 2



ESQUEMA DE LA DIVISION DE LA POLEA DEL CIGÜEÑAL PARA UN MOTOR DE CUATRO

CILINDROS DE ACUERDO AL INTERVALO DE EXPLOSIONES Y DEL ORDEN DE ENCENDIDO.

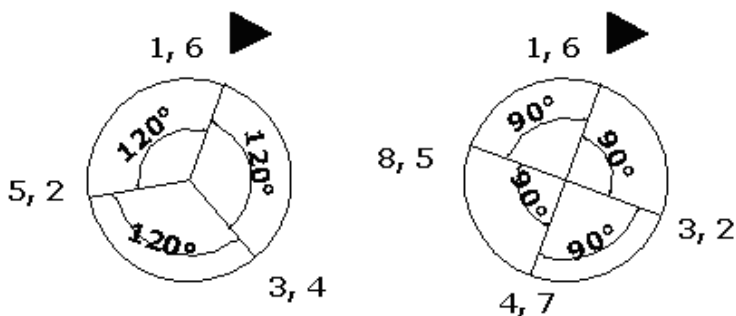
O. E. del motor de 4 cilindros: 1, 3, 4, 2.



ESQUEMA DE LA DIVISION DE LA POLEA DEL CIGÜEÑAL PARA UN MOTOR DE SEIS Y OCHO CILINDROS DE ACUERDO AL INTERVALO DE EXPLOSIONES Y DEL ORDEN DE ENCENDIDO.

O. E. del motor de 6 cilindros: 1, 5, 3, 6, 2, 4.

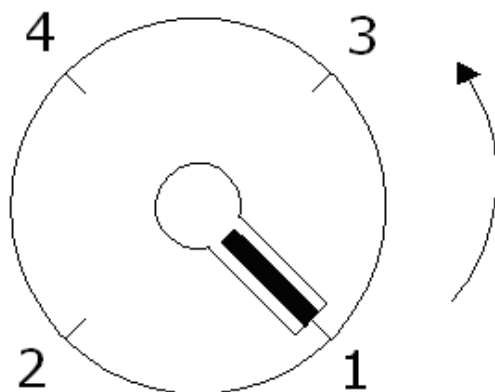
O. E. del motor de 8 cilindros: 1, 8, 4, 3, 6, 5, 7, 2



2.- METODO DEL ROTOR

Se ubica al cilindro N°1 en compresión y se observa hacia adonde apunta el rotor marcándose en la carcasa del distribuidor. A partir de esta marca se divide y se marca la carcasa de acuerdo al número de cilindros y de acuerdo al orden de encendido, se gira la volante (el motor) y cada vez que el motor apunta hacia alguna marca se calibran las válvulas de dicho cilindro. Ejemplo en la figura mostramos un rotor de un motor de cuatro

cilindros cuyo orden de encendido es 1, 3, 4, 2.

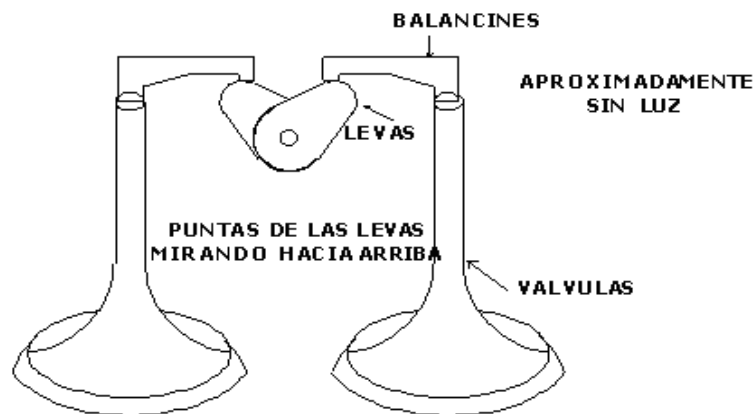


NOTA: Por cada dos vueltas del piñón del cigüeñal el piñón del eje de levas da una vuelta. Por lo general el rotor va instalado con el eje de levas. Por ejemplo en un motor de cuatro cilindros por el método de la polea la marca en la polea se realiza cada 180° (intervalo de explosión), por el método del rotor la marca en la carcasa del rotor es cada 90° la mitad. Es decir el distribuidor (rotor) da los 4 tiempos en 360° .

3.- **METODO DEL TRASLAPO**

TRASLAPO: es el número de grados en los cuales las dos válvulas permanecen abiertas (teóricamente esto no se da, pero en la práctica existe un cruce donde ambas válvulas están unos pequeños grados abiertos), se da al finalizar el tiempo de escape y al comenzar el tiempo de admisión.

ESQUEMA DEL TRASLAPO DE LAS VALVULAS APROXIMADAMENTE ABIERTAS.



Para calibrar con este método se ubica a un cilindro en traslapo y se calibra las válvulas de su pareja.

Ejemplo:

Motor de 4 cilindros:

O. E: 1, 3, 4, 2.

CALIBRAR	TRASLAPO
1	4
3	2
4	1
2	3

Motor de 4 cilindros Volskwagen Escarabajo:

O. E: 1, 4, 3, 2.

CALIBRAR	TRASLAPO
1	3
4	2
3	1
2	4

Motor de 6 cilindros:

O. E: 1, 5, 3, 6, 2, 4.

CALIBRAR

1

5

3

6

2

4

TRASLAPO

6

2

4

1

5

3

Motor de 8 cilindros:

O. E: 1, 8, 4, 3, 6, 5, 7, 2.

CALIBRAR

1

8

4

3

6

5

7

2

TRASLAPO

6

5

7

2

1

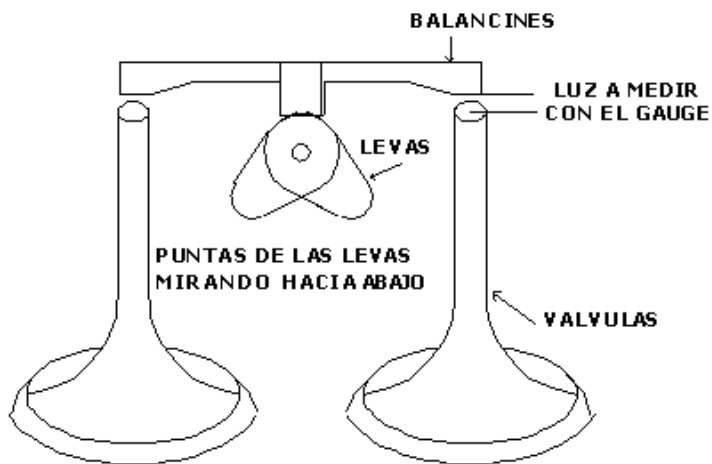
8

4

3

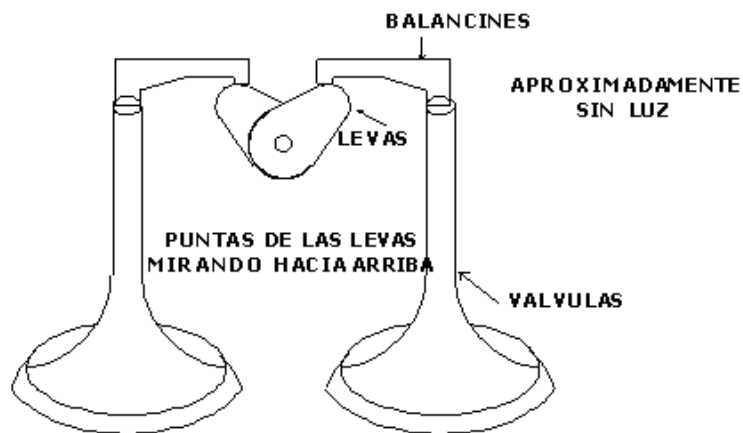
4.- **METODO CORRIDO**

Se procede a ubicar al cilindro N° 1 en Comprensión (ambas válvulas cerradas debido a que las puntas de las levas señalan hacia abajo, ver figura), y se observa la marca de sincronización de la polea frente al puntero fijo.



A continuación sin rotar la volante (polea y rotor), se calibran las demás válvulas de acuerdo al número de cilindros y al orden de encendido.

Ejemplo: en un motor de tres cilindros cuyo orden de encendido es de 1, 3, 2. Colocar el primer cilindro en compresión, luego calibrar la válvula de admisión del cilindro 2 y la válvula de escape del cilindro 3. Luego colocar el primer cilindro con las válvulas abiertas (teóricamente este cruce de válvulas no se da), girando la volante, tal como se ve en el siguiente gráfico:



A continuación calibrar la válvula de escape del cilindro 2 y la válvula de admisión del cilindro 3.

CAPITULO IX

- **PRACTICA**
DESARROLLADA DE
ESPECIFICACIONES
GENERICAS DEL MOTOR
- **GUIA DE PRACTICA**

PRACTICA DESARROLLADA DE
ESPECIFICACIONES GENERICAS DEL
MOTOR

CULATA CON EJE DE LEVAS

1.- Se tiene una culata de 450 mm. de longitud y se mide una luz longitudinal de planitud de 0,33 mm. ¿Escriba su diagnóstico, que instrumentos usa para medir y haga un dibujo?

SOLUCION

DIAGNOSTICO:

- Por especificaciones genéricas tenemos:

Cada 150 mm de long. 0,10 mm máx. luz long.

Por 450 mm. de long. X

$$X = \frac{450\text{mm de long.} \times 0,10\text{mm máx. luz long.}}{150\text{mm de long.}}$$

X = 0,30 mm. de máx. luz longitudinal.

Entonces la culata debe tener 0,30 mm. de máx. luz longitudinal de planitud.

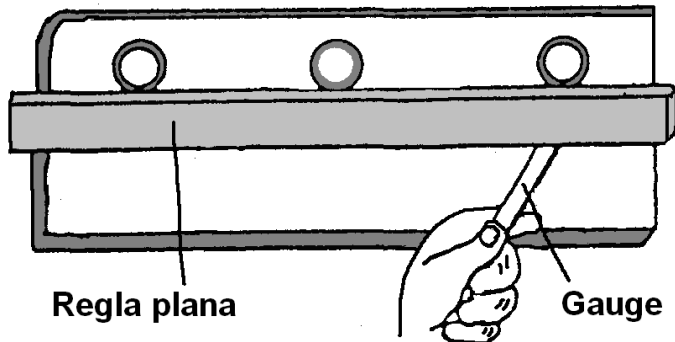
Pero nos dice que se ha medido 0,33 mm. de luz longitudinal de planitud, por lo tanto diagnosticamos que se paso la especificación máxima en 0,03 mm. (0,33 – 030) mm. y tenemos que rectificar la culata.

INSTRUMENTOS USADOS:

01 regla o escuadra de 500 mm. de longitud.

01 gauge.

DIBUJO DEL CALCULO DE LUZ LONGITUDINAL DE PLANITUD DE LA CULATA:



2.- Se tiene una culata de 530 mm. de longitud y se mide una luz longitudinal de planitud de 0,28 mm. ¿Escriba su diagnóstico?

SOLUCION

DIAGNOSTICO:

- Por especificaciones genéricas tenemos:

Cada 150 mm de long. 0,10 mm máx. luz long.

Por 530 mm. de long. X

$$X = \frac{530\text{mm de long.} \times 0,10\text{mm máx. luz long.}}{150\text{mm de long.}}$$

X = 0,35 mm. de máx. luz longitudinal

Entonces la culata debe tener 0,35 mm. de máx. luz longitudinal de planitud.

Pero nos dice que se ha medido 0,28 mm de luz longitudinal de planitud, por lo tanto diagnosticamos que no pasa la especificación máxima en 0,07 mm. (0,35 – 0,28) mm, y no rectificaremos la culata.

3.- Se tiene una culata de 120 mm. de ancho y se mide una luz transversal de planitud de 0,13 mm. ¿Escriba su diagnóstico y que instrumentos usa para medir?

SOLUCION

DIAGNOSTICO:

- Por especificaciones genéricas tenemos:

La máxima luz transversal de planitud para cualquier ancho es 0,10 mm.

Pero nos dice que se ha medido 0,13 mm de luz transversal de planitud. Por lo tanto diagnosticamos que se paso la especificación máxima en 0,03 mm. (0,13 – 0,10) mm. y tenemos que rectificar la culata.

INSTRUMENTOS USADOS:

01 regla o escuadra de 200 mm. de longitud.

01 gauge.

4.- Se tiene una válvula de motor liviano de 0,7 mm de espesor y una válvula de motor pesado de 1,5 mm. de espesor ¿Escriba su diagnóstico para ambas válvulas, que instrumento usa para medir y haga un dibujo?

SOLUCION

DIAGNOSTICO:

- Por especificaciones genéricas tenemos:

Mínimo espesor de la válvula del motor liviano

(e) = 0,8 mm.

Espesor medido de la válvula del motor (e_1) =

0,7 mm.

$e_1 < e$: entonces la válvula medida se desecha por ser el espesor menor al mínimo requerido especificado.

- Por especificaciones genéricas tenemos:

Mínimo espesor de la válvula del motor pesado

(e) = 1,6 mm.

Espesor medido de la válvula del motor pesado

(e_2) = 1,5 mm.

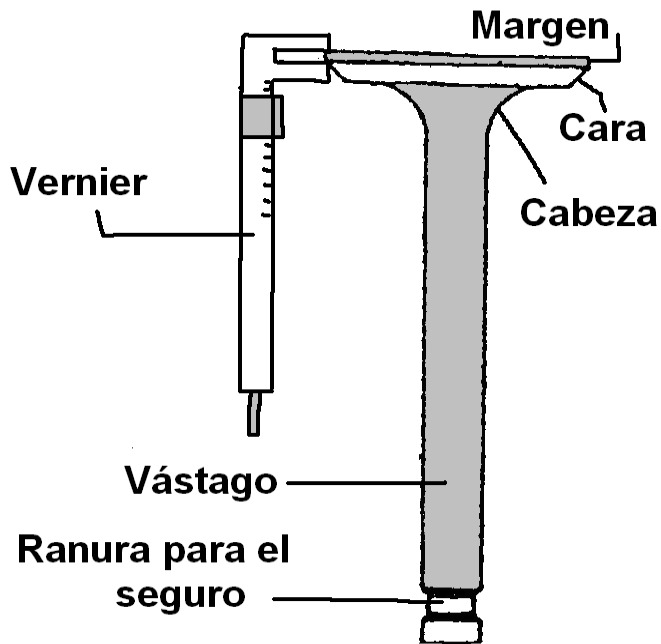
$e_2 < e$: entonces la válvula medida se desecha por ser el espesor menor al mínimo requerido.

INSTRUMENTOS USADOS:

01 vernier en mm. ó

01 micrómetro con calibración a partir de 0,00 mm.

DIBUJO DE LA MEDICION DE ESPESOR O
MARGEN DE UNA VALVULA:



5.- Se mide el escuadramiento de tres resortes de las válvulas de admisión y se obtiene:

Escuadramiento del 1^{er} resorte = 1,0 mm.

Escuadramiento del 2^{do} resorte = 2,0 mm.

Escuadramiento del 3^{er} resorte = 2,2 mm.

¿Escriba su diagnóstico, que instrumentos usa para medir y haga un dibujo?

SOLUCION

DIAGNÓSTICO:

- Por especificaciones genéricas tenemos:

Escuadramiento de los resortes (desviación máxima) = 2,0 mm.

Entonces:

El escuadramiento del 1^{er} resorte cuya medida es de 1,0 mm. resulta ser menor a lo especificado, es decir menor a 2,0 mm. por lo tanto el resorte está en buenas condiciones.

El escuadramiento del 2^{do} resorte cuya medida es de 2,0 mm. resulta ser igual a lo especificado, es decir igual a 2,0 mm. por lo tanto el resorte está en el límite, puede seguir trabajando, pero no por mucho tiempo.

El escuadramiento del 3^{er} resorte cuya medida es de 2,2 mm. resulta ser mayor a lo especificado, es decir mayor a 2,0 mm. por lo tanto el resorte está en malas condiciones, se debe reemplazar.

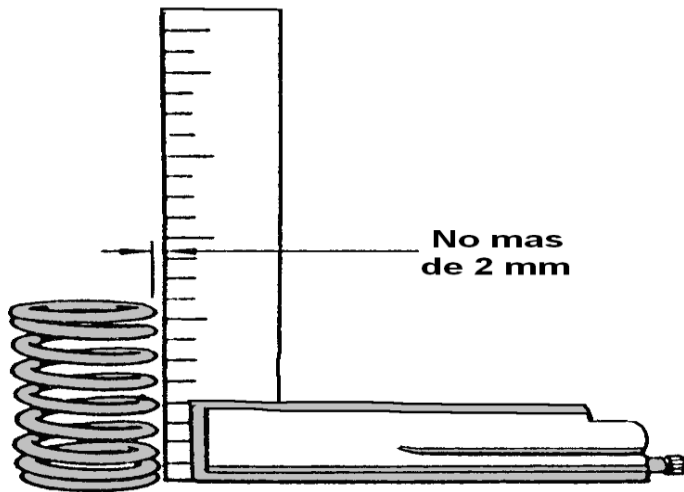
INSTRUMENTOS USADOS:

01 escuadra de 200 mm.

01 gauge.

01 plataforma de mármol o la cara lisa de una culata.

DIBUJO DEL ESCUADRAMIENTO DE UN RESORTE:



6.- Se mide el desgaste de los diámetros de los vástagos de tres válvulas y se obtiene:

Desgaste de la 1^{ra} válvula = 0,02 mm.

Desgaste de la 2^{da} válvula = 0,05 mm.

Desgaste de la 3^{ra} válvula = 0,07 mm.

¿Escriba su diagnóstico, que instrumento usa para medir y haga un dibujo?

SOLUCION

DIAGNÓSTICO:

- Por especificaciones genéricas tenemos:

Desgaste máximo standard de los diámetros del vástago de la válvula = 0,05 mm.

Entonces:

El desgaste de los diámetros del vástago de la 1^{ra} válvula cuya medida es de 0,02 mm. resulta ser menor a lo especificado, es decir menor a 0,05 mm. por lo tanto está en buenas condiciones.

El desgaste de los diámetros del vástago de la 2^{da} válvula cuya medida es de 0,05 mm. resulta ser igual a lo especificado es decir igual a 0,05 mm. por lo tanto está en el límite, puede seguir trabajando, pero no por mucho tiempo.

El desgaste de los diámetros del vástago de la 3^{ra} válvula cuya medida es de 0,07 mm. resulta ser mayor a lo especificado es decir mayor a 0,05 mm, por lo tanto la válvula está en malas condiciones, se debe reemplazar.

INSTRUMENTO USADO:

01 micrómetro.

**DIBUJO DEL DESGASTE DE LOS DIAMETROS
DEL VASTAGO DE UNA VALVULA:**

**Medida realizada en
la parte de la válvula
que va fuera de la
guía**



**Medida realizada en
la parte de la válvula
que va dentro de la
guía donde existe
mayor desgaste**



7.- Se mide las luces de tres vástagos de las válvulas en sus respectivas guías y arroja el siguiente resultado:

1^{ra} luz de vástago y guía = 0,05 mm.

2^{da} luz de vástago y guía = 0,10 mm.

3^{ra} luz de vástago y guía = 0,14 mm.

¿Escriba su diagnóstico, que instrumento usa para medir y haga un dibujo?

SOLUCION

DIAGNÓSTICO:

- Por especificaciones genéricas tenemos:

La luz máxima entre los vástagos de las válvulas y sus respectivas guías de válvula = 0,10 mm.

Entonces:

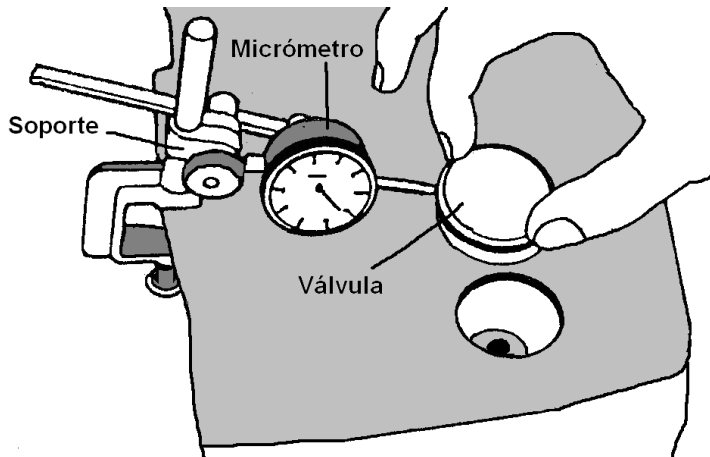
La 1^{ra} luz de vástago y guía cuya medida es de 0,05 mm. resulta ser menor a lo especificado, es decir menor a 0,10 mm. por lo tanto el vástago y su guía están en buenas condiciones.

La 2^{da} luz de vástago y guía cuya medida es de 0,10 mm. resulta ser igual a lo especificado, es decir igual a 0,10 mm. por lo tanto el vástago y su guía están en el límite, pueden seguir trabajando, pero no por mucho tiempo.

La 3^{ra} luz de vástago y guía cuya medida es de 0,14 mm. resulta ser mayor a lo especificado es decir mayor a 0,10 mm, por lo tanto el vástago y/o guía deben ser reemplazados.

INSTRUMENTO USADO:

01 reloj comparador.

DIBUJO DE LA LUZ DE UN VASTAGO DE UNA VALVULA CON SU RESPECTIVA GUIA:

8.- Se mide los huelgos de tres balancines y su eje y se obtiene:

1^{er} huelgo entre balancín y su eje = 0,05 mm.

2^{do} huelgo entre balancín y su eje = 0,10 mm.

3^{er} huelgo entre balancín y su eje = 0,16 mm.

¿Escriba su diagnóstico y que instrumento usa para medir?

SOLUCION

DIAGNÓSTICO:

- Por especificaciones genéricas tenemos:

El huelgo máximo entre los balancines y su eje = 0,10 mm.

Entonces:

El 1^{er} huelgo entre balancín y su eje cuya medida es de 0,05 mm. resulta ser menor a lo especificado es decir menor a 0,10 mm. por lo tanto el balancín y su eje están en buenas condiciones.

El 2^{do} huelgo entre balancín y su eje cuya medida es de 0,10 mm. resulta ser igual al especificado, es decir igual a 0,10 mm. por lo tanto el balancín y su eje están en el límite, pueden seguir trabajando pero no por mucho tiempo.

El 3^{er} huelgo entre balancín y su eje cuya medida es de 0,16 mm. resulta ser mayor a lo especificado, es decir mayor a 0,10 mm. por lo tanto el balancín y/o su eje deben ser reemplazados.

INSTRUMENTOS USADOS:

01 micrómetro de interiores.

01 micrómetro de exteriores.

9.- Se mide las ovalizaciones de tres muñones de bancada del eje de levas y arroja los siguientes resultados:

La ovalización del 1^{er} muñón de banc. = 0,01 mm.

La ovalización del 2^{do} muñón de banc. = 0,05 mm.

La ovalización del 3^{er} muñón de banc. = 0,07 mm.

¿Escriba su diagnóstico que instrumento usa para medir y haga un dibujo?

SOLUCION

DIAGNÓSTICO:

- Por especificaciones genéricas tenemos:

La ovalización máxima de los muñones de bancada del eje de levas = 0,05 mm.

Entonces:

La ovalización del 1^{er} muñón de bancada cuya medida es de 0,01 mm. resulta ser menor a lo especificado, es decir menor a 0,05 mm. por lo tanto el 1^{er} muñón de bancada está en buenas condiciones.

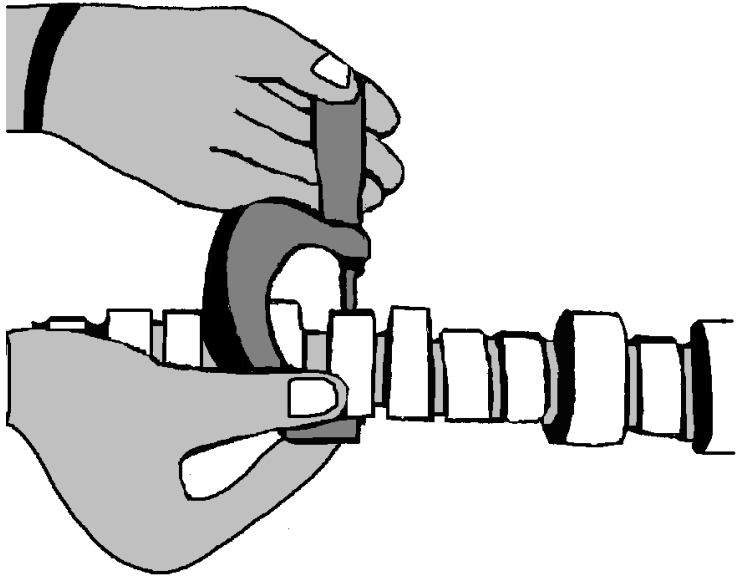
La ovalización del 2^{do} muñón de bancada cuya medida es de 0,05 mm. resulta ser igual a lo especificado, es decir igual a 0,05 mm. por lo tanto el 2^{do} muñón de bancada está en el límite y puede seguir trabajando pero no por mucho tiempo.

La ovalización del 3^{er} muñón de bancada cuya medida es de 0,07 mm. resulta ser mayor a lo especificado, es decir mayor a 0,05 mm. por lo tanto por el 3^{er} muñón de bancada se debe reemplazar el eje de levas.

INSTRUMENTO USADO:

01 micrómetro de exteriores.

DIBUJO DE LA OVALIZACION DE UN MUÑÓN DE BANCADA DEL EJE DE LEVAS:



10.- Se tiene que la longitud Standard (Le) de las levas es de 60 mm. y se obtiene que la longitud actual (La) de tres levas es:

Longitud actual (La) de 1^{ra} leva = 59,90 mm.

Longitud actual (La) de 2^{da} leva = 59,75 mm.

Longitud actual (La) de 3^{ra} leva = 59,60 mm.

¿Escriba su diagnóstico, que instrumento usa para medir y haga un dibujo?

SOLUCION

DIAGNOSTICO:

- Por especificaciones genéricas tenemos:

$De = \text{Longitud Standard} - \text{Longitud actual} = Le - La \leq 0,25 \text{ mm.}$

Entonces:

Para la 1^{ra} leva = $Le - La = 60 - 59,90 = 0,10 \text{ mm.}$

Para la 2^{da} leva = $Le - La = 60 - 59,75 = 0,25 \text{ mm.}$

Para la 3^{ra} leva = $Le - La = 60 - 59,60 = 0,40 \text{ mm.}$

El desgaste de la 1^{ra} leva cuya medida es de 0,10 mm. resulta ser menor a lo especificado, es decir menor a 0,25 mm. por lo tanto la 1^{ra} leva esta en buenas condiciones.

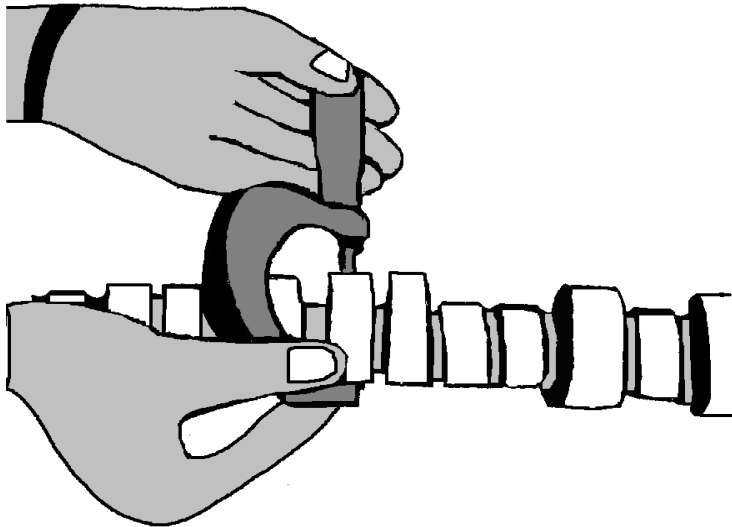
El desgaste de la 2^{da} leva cuya medida es de 0,25 mm. resulta ser igual a lo especificado, es decir igual a 0,25 mm. por lo tanto la 2^{da} leva está en el límite y puede seguir trabajando pero no por mucho tiempo.

El desgaste de la 3^{ra} leva cuya medida es de 0,40 mm. resulta ser mayor a lo especificado, es decir mayor a 0,25 mm. por lo tanto por la 3^{ra} leva se debe reemplazar el eje de levas.

INSTRUMENTO USADO:

01 micrómetro de exteriores.

DIBUJO DEL DESGASTE DE UNA LEVA:



BLOQUE

1.- Se tiene un monoblock con tres cilindros cuyo diámetro Standard es de 68 mm. y se tiene lo siguiente:

a) Las conicidades paralelas al eje longitudinal del motor son:

Primer cilindro = 0,10 mm.

Segundo cilindro = 0,27 mm.

Tercer cilindro = 0,31 mm.

¿Escriba su diagnóstico, que instrumento usa para medir y haga un dibujo?

b) Las conicidades perpendiculares al eje longitudinal del motor son:

Primer cilindro = 0,07 mm.

Segundo cilindro = 0,27 mm.

Tercer cilindro = 0,37 mm.

¿Escriba su diagnóstico, que instrumento usa para medir y haga un dibujo?

c) Las ovalizaciones superiores al cilindro son:

Primer cilindro = 0,09 mm.

Segundo cilindro = 0,27 mm.

Tercer cilindro = 0,32 mm.

¿Escriba su diagnóstico, que instrumento usa para medir y haga un dibujo?

d) Las ovalizaciones inferiores al cilindro son:

Primer cilindro = 0,17 mm.

Segundo cilindro = 0,27 mm.

Tercer cilindro = 0,30 mm.

¿Escriba su diagnóstico, que instrumento usa para medir y haga un dibujo?

e) Las luces entre puntas de anillos son:

Primer cilindro = 0,21 mm.

Segundo cilindro = 0,41 mm.

Tercer cilindro = 0,51 mm.

¿Escriba su diagnóstico, que instrumento usa para medir y haga un dibujo?

f) La prueba de los anillos en las ranuras son:

Primer cilindro:

Anillo de compresión = 0,22 mm.

Anillo de aceite = 0,27 mm.

Segundo cilindro:

Anillo de compresión = 0,40 mm.

Anillo de aceite = 0,50 mm.

Tercer cilindro:

Anillo de compresión = 0,47 mm.

Anillo de aceite = 0,57 mm.

¿Escriba su diagnóstico, que instrumento usa para medir y haga un dibujo?

SOLUCION

a) DIAGNÓSTICO:

- Por especificaciones genéricas tenemos:

Cada 10 mm de diámetro 0,04 mm. de conic. paral.

Por 68 mm. de diámetro X

$$X = \frac{68 \text{ mm de diámetro} \times 0,04 \text{ mm de conic. paral.}}{10 \text{ mm de diámetro.}}$$

X = 0,27 mm. de conicidad paralela.

Entonces:

La conicidad paralela en el primer cilindro cuya medida es de 0,10 mm. resulta ser menor a lo

especificado, es decir menor a 0,27 mm. por lo tanto el primer cilindro está en buenas condiciones.

La conicidad paralela en el segundo cilindro cuya medida es de 0,27 mm. resulta ser igual a lo especificado, es decir igual a 0,27 mm. por lo tanto el segundo cilindro esta en el límite de su conicidad, puede seguir trabajando pero no por mucho tiempo.

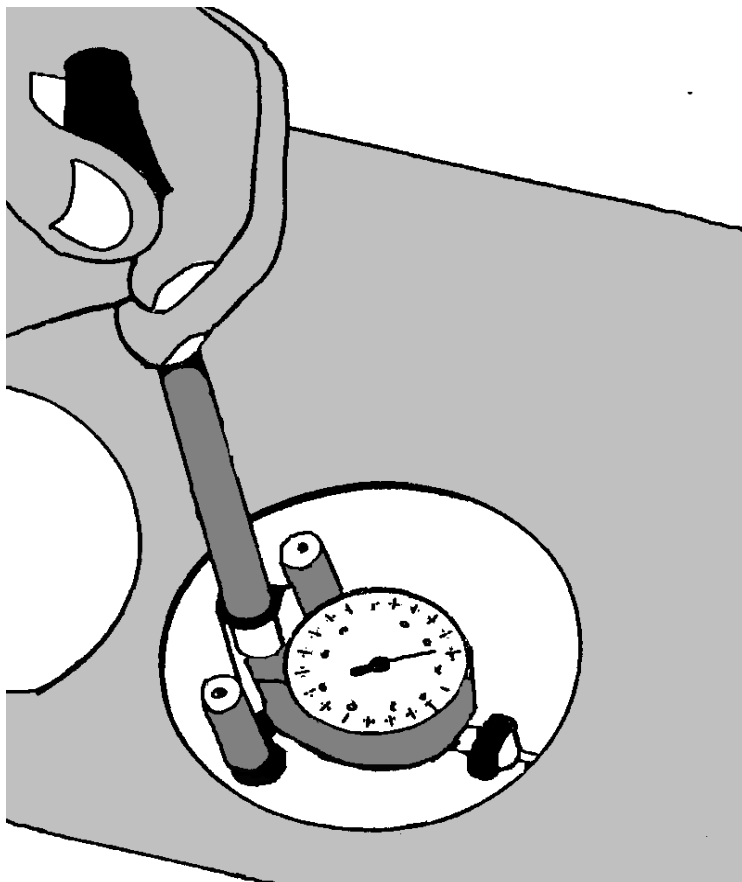
La conicidad paralela en el tercer cilindro cuya medida es de 0,31 mm. resulta ser mayor a lo especificado, es decir mayor a 0,27 mm. por lo tanto el tercer cilindro necesita rectificado para encamisetar o para utilizar elementos super inmediatos.

INSTRUMENTO UTILIZADO:

01 micrómetro de interiores ó

01 alexómetro.

DIBUJO DE LA CONICIDAD PARALELA AL EJE
LONGITUDINAL DEL MOTOR: (Un método)



b) DIAGNÓSTICO:

- Por especificaciones genéricas tenemos:

Cada 10 mm de diámetro 0,04 mm.de conic. perp.

Por 68 mm. de diámetro X

$$X = \frac{68 \text{ mm de diámetro} \times 0,04 \text{ mm de conic. perp.}}{10 \text{ mm de diámetro.}}$$

X = 0,27 mm. de conicidad perpendicular.

Entonces:

La conicidad perpendicular en el primer cilindro cuya medida es de 0,07 mm. resulta ser menor a lo especificado, es decir menor a 0,27 mm. por lo tanto el primer cilindro está en buenas condiciones.

La conicidad perpendicular en el segundo cilindro cuya medida es de 0,27 mm. resulta ser igual a lo especificado, es decir igual a 0,27 mm. por lo tanto el segundo cilindro esta en el límite de su conicidad, puede seguir trabajando pero no por mucho tiempo.

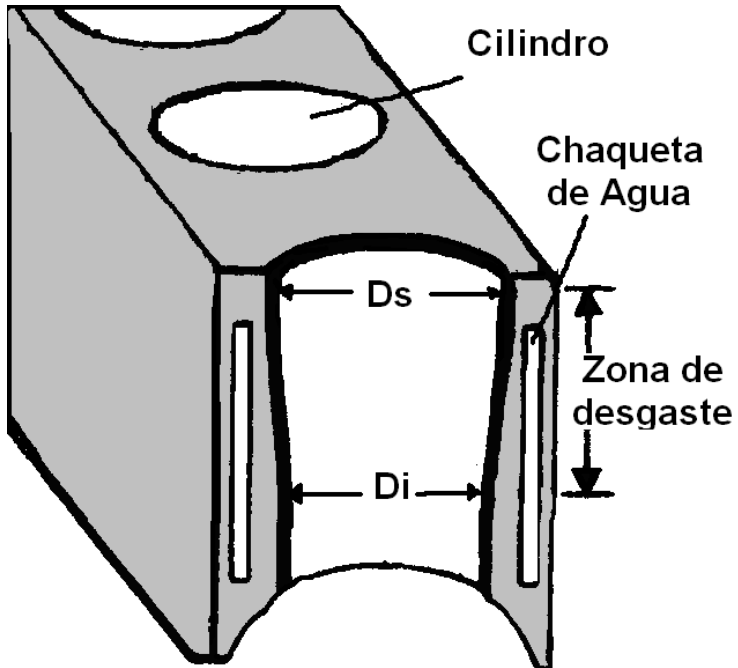
La conicidad perpendicular en el tercer cilindro cuya medida es de 0,37 mm. resulta ser mayor a lo especificado, es decir mayor a 0,27 mm. por lo tanto el tercer cilindro necesita rectificado para encamisetar o para utilizar elementos super inmediatos.

INSTRUMENTO UTILIZADO:

01 micrómetro de interiores ó

01 alexómetro.

DIBUJO DE LA CONICIDAD PERPENDICULAR
AL EJE DEL MOTOR:



Ds : Diámetro superior

Di : Diámetro inferior

c) DIAGNOSTICO:

- Por especificaciones genéricas tenemos:

Cada 10 mm de diámetro 0,04 mm.de ovaliz. sup.

Por 68 mm. de diámetro X

$$X = \frac{68 \text{ mm de diámetro} \times 0,04 \text{ mm de ovaliz. sup.}}{10 \text{ mm de diámetro.}}$$

X = 0,27 mm. de ovalización superior.

Entonces:

La ovalización superior en el primer cilindro cuya medida es de 0,09 mm. resulta ser menor a lo especificado, es decir menor a 0,27 mm. por lo tanto el primer cilindro está en buenas condiciones.

La ovalización superior en el segundo cilindro cuya medida es de 0,27 mm. resulta ser igual a lo especificado, es decir igual a 0,27 mm. por lo tanto el segundo cilindro esta en el límite de su conicidad, puede seguir trabajando pero no por mucho tiempo.

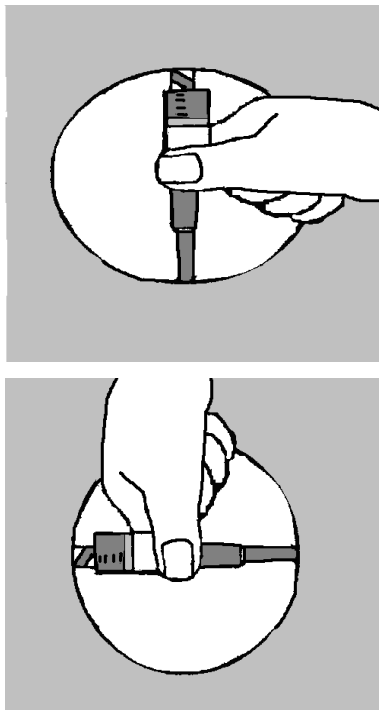
La ovalización superior en el tercer cilindro cuya medida es de 0,32 mm. resulta ser mayor a lo especificado, es decir mayor a 0,27 mm. por lo tanto el tercer cilindro necesita rectificado para encamisetar o para utilizar elementos super inmediatos.

INSTRUMENTO UTILIZADO:

01 micrómetro de interiores ó

01 alexómetro.

DIBUJO DE LA MEDIDA DE LA OVALIZACION
SUPERIOR: (Un método)



d) DIAGNOSTICO:

- Por especificaciones genéricas tenemos:

Cada 10 mm de diámetro 0,04 mm.de ovaliz. inf.

Por 68 mm. de diámetro X

$$X = \frac{68 \text{ mm de diámetro} \times 0,04 \text{ mm de ovaliz. inf.}}{10 \text{ mm de diámetro.}}$$

X = 0,27 mm. de ovalización inferior.

Entonces:

La ovalización inferior en el primer cilindro cuya medida es de 0,17 mm. resulta ser menor a lo especificado, es decir menor a 0,27 mm. por lo tanto el primer cilindro está en buenas condiciones.

La ovalización inferior en el segundo cilindro cuya medida es de 0,27 mm. resulta ser igual a lo especificado, es decir igual a 0,27 mm. por lo tanto el segundo cilindro esta en el límite de su conicidad, puede seguir trabajando pero no por mucho tiempo.

La ovalización inferior en el tercer cilindro cuya medida es de 0,30 mm. resulta ser mayor a lo especificado, es decir mayor a 0,27 mm. por lo tanto el tercer cilindro necesita rectificado para encamisetar o para utilizar elementos super inmediatos.

INSTRUMENTO UTILIZADO:

01 micrómetro de interiores ó

01 alexómetro.

DIBUJO DE LA MEDIDA DE LA OVALIZACION INFERIOR: (Un método)



e) DIAGNÓSTICO:

- Por especificaciones genéricas tenemos:

Cada 10 mm de diámetro 0,06 mm. de luz ÷ ptas.

Por 68 mm. de diámetro X

$$X = \frac{68 \text{ mm de diámetro} \times 0,06 \text{ mm de luz ptas.}}{10 \text{ mm de diámetro.}}$$

X = 0,41 mm. de luz entre puntas.

Entonces:

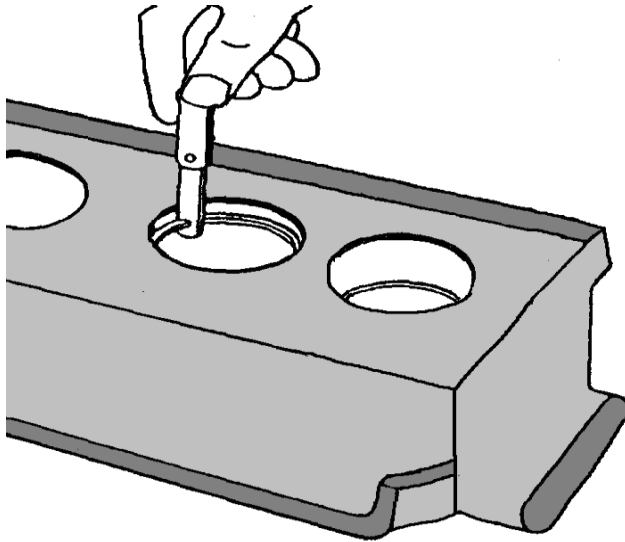
La luz entre puntas del anillo del primer cilindro cuya medida es de 0,21 mm. resulta ser menor a lo especificado, es decir menor a 0,41 mm. por lo tanto el anillo que puede ser de compresión o aceitero del primer cilindro esta en buenas condiciones.

La luz entre puntas del anillo del segundo cilindro cuya medida es de 0,41 mm. resulta ser igual a lo especificado, es decir igual a 0,41 mm. por lo tanto el anillo que puede ser de compresión o aceitero del segundo cilindro está en el límite de su luz y puede seguir trabajando pero no por mucho tiempo.

La luz entre puntas del anillo del tercer cilindro cuya medida es de 0,51 mm, resulta ser mayor a lo especificado, es decir mayor a 0,41 mm. por lo tanto el anillo que puede ser de compresión o aceitero del tercer cilindro necesita ser cambiado.

INSTRUMENTO UTILIZADO:

01 gauge.

DIBUJO DE LA MEDIDA DE LAS LUZ ENTRE
PUNTAS:

f) DIAGNOSTICO:

- Por especificaciones genéricas tenemos:

Cada 10 mm de diámetro 0,03 mm. de luz ÷
anillos y el borde de las ranuras.

Por 68 mm. de diámetro X

$$X = \frac{68 \text{ mm de diám.} \times 0,03 \text{ mm luz} \div \text{anillos y bordes}}{10 \text{ mm de diám.}}$$

X = 0,20 mm. de luz entre anillos y el borde de las ranuras.

Anillos de compresión (C) = X + 0,20 = 0,40 mm.

Anillos aceitero (A) = X + 0,30 = 0,50 mm.

Entonces:

La luz entre anillos y el borde de las ranuras (prueba de anillos), del primer cilindro cuyas medidas son C' = 0,22 mm. y A' = 0,27 mm. resultan ser menores a las especificadas que son C = 0,40 mm. y A = 0,50 mm. por lo tanto la prueba que se realizó con anillos nuevos, indican que las ranuras del pistón están en buenas condiciones en cuanto a profundidad.

La luz entre anillos y el borde de las ranuras (prueba de anillos), del segundo cilindro cuyas medidas son C'' = 0,40 mm. y A'' = 0,50 mm. resultan ser iguales a las especificadas que son C = 0,40 mm. y A = 0,50 mm. por lo tanto la prueba que se realizó con los anillos nuevos, indican que las ranuras del pistón están

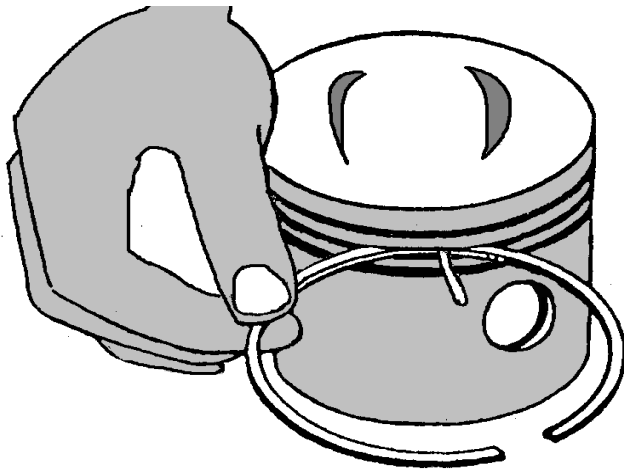
en el límite de su profundidad, el pistón puede seguir trabajando pero no por mucho tiempo.

La luz entre anillos y el borde de las ranuras (prueba de anillos), del tercer cilindro cuyas medidas son $C''' = 0,47$ mm. y $A''' = 0,57$ mm. resultan ser mayores a las especificadas que son $C = 0,40$ mm. y $A = 0,50$ mm. por lo tanto la prueba que se realizó con los anillos nuevos, indican que las ranuras del pistón están muy gastadas en cuanto a profundidad, se necesita cambiar pistón.

INSTRUMENTO UTILIZADO:

Vernier

DIBUJO DE LA PRUEBA DE ANILLOS:



RECTIFICADOS DE MOTORES **CILINDROS**

AUTOMOVILES NORTEAMERICANOS:

SÚPER

0,020''

0,040''

0,060''

AUTOMOVILES EUROPEOS Y ASIATICOS

SUPER

0,25 mm

0,50 mm

0,75 mm

NOTA: En los vehículos marca Nissan y Toyota petroleros por lo general pasan directo al súper 0,50 mm, debido a que en nuestro país es excaso el súper anterior (0,25 mm).

GUIA DE PRACTICA DE ESPECIFICACIONES DEL MOTOR

CULATA

1. LUCES DE LAS VÁLVULAS EN CALIENTE:

Standard A = _____ mm: _____ pulg.

E = _____ mm: _____ pulg.

1er Cil.	2do Cil.	3er Cil.	4to Cil.
A =	A =	A =	A =
E =	E =	E =	E =

2. LUCES DE LAS VÁLVULAS EN FRÍO:

Standard A = _____ mm: _____ pulg.

E = _____ mm: _____ pulg.

1er Cil.	2do Cil.	3er Cil.	4to Cil.
A =	A =	A =	A =
E =	E =	E =	E =

3. MÁXIMA LUZ LONGITUDINAL DE PLANITUD:

Máximo luz 0.10 mm. por cada 150 mm. de longitud

Longitud de la culata: _____

Máximo luz permisible: _____

Luz de 1ra medida: _____

Luz de 2da medida: _____

Luz de 3ra medida: _____

Luz de 4ta medida: _____

Luz de 5ta medida: _____

Luz de 6ta medida: _____

4. MÁXIMA LUZ TRANSVERSAL DE PLANITUD:

Máximo luz transversal 0.10 mm

Luz de 1ra medida: _____

Luz de 2da medida: _____

Luz de 3ra medida: _____

Luz de 4ta medida: _____

5. ESPESORES DE LAS VÁLVULAS (margen):

Mínimo espesor:

A = _____ mm. _____ pulg.

E = _____ mm. _____ pulg.

Para llenar esta tabla utilizar un pie de rey (vernier).

También se puede usar un micrómetro.

1er Cil.	2do Cil.	3er Cil.	4to Cil.
A =	A =	A =	A =
E =	E =	E =	E =

6. COMPRESIÓN DE LOS RESORTES DE LAS VÁLVULAS:

Standard:

A = _____ mm. _____ pulg.

E = _____ mm. _____ pulg.

Para llenar esta tabla utilizar un compresímetro de resortes de válvulas.

1er Cil.	2do Cil.	3er Cil.	4to Cil.
A =	A =	A =	A =
E =	E =	E =	E =

7. ESCUADRAMIENTO DE LOS RESORTES DE LAS VÁLVULAS:

Desviación máx.

A = _____ mm. _____ pulg.

E = _____ mm. _____ pulg.

Para llenar esta tabla utilizar una escuadra y un gauge.

1er Cil.	2do Cil.	3er Cil.	4to Cil.
A =	A =	A =	A =
E =	E =	E =	E =

8. DESGASTE DE LOS DIÁMETROS DE LOS VÁSTAGOS DE LAS VÁLVULAS:

Diámetro superior (fuera de la guía) = Ds

Diámetro inferior de mayor desgaste (dentro de la guía) = Di

Desgaste = Ds – Di

Desgaste máximo Standard: _____ mm.
 _____ pulg.

Para llenar esta tabla utilizar un micrómetro o un pie de rey (vernier).

	1er Cil.	2do Cil.	3er Cil.	4to Cil.
ADMISIÓN	Ds=	Ds=	Ds=	Ds=
	Di=	Di=	Di=	Di=
	De=	De=	De=	De=
ESCAPE	Ds=	Ds=	Ds=	Ds=
	Di=	Di=	Di=	Di=
	De=	De=	De=	De=

9. LUCES ENTRE LOS VÁSTAGOS DE LAS VÁLVULAS Y LAS GUÍAS DE LAS VÁLVULAS:

Luz máx. Standard:

A = _____ mm. _____ pulg.

E = _____ mm. _____ pulg.

Para llenar esta tabla utilizar un reloj comparador.

1er Cil.	2do Cil.	3er Cil.	4to Cil.
A =	A =	A =	A =
E =	E =	E =	E =

10. LUCES ENTRE LOS BUZOS Y SUS ALOJAMIENTOS:

Luz máx. Standard:

A = _____ mm. _____ pulg.

E = _____ mm. _____ pulg.

Para llenar esta tabla utilizar un reloj comparador.

1er Cil.	2do Cil.	3er Cil.	4to Cil.
A =	A =	A =	A =
E =	E =	E =	E =

11. OVALIZACIONES DE LOS BUZOS:

Luz máx. Standard: _____ mm. _____ pulg.

Diámetro =D; Diámetro perpendicular = Dp;

Ovalización: = Ov.

Para llenar esta tabla utilizar un micrómetro o un pie de rey (vernier).

	1er Cil.	2do Cil.	3er Cil.	4to Cil.
ADMISIÓN	D=	D=	D=	D=
	Dp=	Dp=	Dp=	Dp=
	Ov=	Ov=	Ov=	Ov=

ESCAPE	D=	D=	D=	D=
	Dp=	Dp=	Dp=	Dp=
	Ov=	Ov=	Ov=	Ov=

12. HUELGOS ENTRE LOS BALANCINES Y SU EJE:

Huelgo máx. Standard: _____ mm. _____ pulg.

Huelgo medido = Hm

Para llenar esta tabla utilizar un micrómetro de interiores y un micrómetro de exteriores.

	1er Cil.	2do Cil.	3er Cil.	4to Cil.
ADMISIÓN	Hm =	Hm =	Hm =	Hm =
ESCAPE	Hm =	Hm =	Hm =	Hm =

13. OVALIZACIÓN DE LOS MUÑONES DE BANCADA DEL EJE DE LEVAS:

Ovalización máx. Standard: _____ mm. _____ pulg.

Diámetro: D

Diámetro perpendicular: = Dp

Ovalización = Ov.

Para llenar esta tabla utilizar un micrómetro o un pie de rey (vernier). También se puede usar unos soportes en los extremos girando el muñón y midiendo con un reloj comparador, en este caso la tabla varía.

1ra Bancada	2da Bancada	3ra Bancada	4ta Bancada	5ta Bancada
D=	D=	D=	D=	D=
Dp=	Dp=	Dp=	Dp=	Dp=
Ov=	Ov=	Ov=	Ov=	Ov=

14. DESGASTE DE LAS LEVAS:

Longitud Standard (Le) = _____ mm. _____ pulg.

Desgaste máximo = _____ mm. _____ pulg.

Longitud actual = La

Desgaste (De) = Le – La

Para llenar esta tabla utilizar un micrómetro o un pie de rey (vernier).

	1er Cil.	2do Cil.	3er Cil.	4to Cil.
ADMISIÓN	Le=	Le=	Le=	Le=
	La=	La=	La=	La=
	De=	De=	De=	De=
ESCAPE	Le=	Le=	Le=	Le=
	La=	La=	La=	La=
	De=	De=	De=	De=

15. ALZADA DE LAS LEVAS DEL EJE DE LEVAS:

(apertura de las válvulas):

Standard: _____ mm; _____ pulg.

Longitud mayor = Lm

Diámetro = D

Alzada = Alz

Para llenar esta tabla utilizar un micrómetro o un pie de rey (vernier).

	1er Cil.	2do Cil.	3er Cil.	4to Cil.
ADMISIÓN	Lm=	Lm=	Lm=	Lm=
	D=	D=	D=	D=
	Alz=	Alz=	Alz=	Alz=
ESCAPE	Lm=	Lm=	Lm=	Lm=
	D=	D=	D=	D=
	Alz=	Alz=	Alz=	Alz=

16. JUEGO AXIAL DEL EJE DE LEVAS:

Máximo juego Standard: _____ mm. _____
pulg.

Antes: _____ mm. _____ pulg.

Para llenar este dato utilizar un reloj comparador.

17. TORQUE DE LOS TORNILLOS DE LA CULATA:

Standard: _____ Lb-pie; _____ New – m

18. TORQUE DE LOS TORNILLOS DEL MÚLTIPLE DE
ADMISIÓN:

Standard: _____ Lb-pie; _____ New – m

19. TORQUE DE LOS TORNILLOS DEL MÚLTIPLE DE
ESCAPE:

Standard: _____ Lb-pie; _____ New – m

ESPECIFICACIONES DEL MOTOR

BLOQUE

1. CONICIDADES DE LOS CILINDROS

Conicidad Standard = 0.04 mm. por cada 10 mm. de diámetro del cilindro.

Diámetro Standard = _____ mm. _____ pulg.

Conicidad máxima = _____ mm. _____ pulg.

Diámetros medidos paralelamente al eje longitudinal del motor.

Diámetro Superior = D_s

Diámetro Inferior = D_i

Conicidad = C_o

Para llenar esta tabla utilizar un micrómetro. También se puede utilizar un alexómetro (que da la conicidad directamente) o un anillo. En estos últimos casos la tabla varía.

1er Cil.	2do Cil.	3er Cil.	4to Cil.
$D_s =$	$D_s =$	$D_s =$	$D_s =$
$D_i =$	$D_i =$	$D_i =$	$D_i =$
$C_o =$	$C_o =$	$C_o =$	$C_o =$

Diámetros medidos perpendicularmente al eje longitudinal del motor.

Diámetro Superior = D_s

Diámetro Inferior = D_i

Conicidad = C_o

Para llenar esta tabla utilizar un micrómetro. También se puede utilizar un alexómetro (que da la conicidad directamente) o un anillo. En estos últimos casos la tabla varía.

1er Cil.	2do Cil.	3er Cil.	4to Cil.
Ds =	Ds =	Ds =	Ds =
Di =	Di =	Di =	Di =
Co =	Co =	Co =	Co =

2. OVALIZACIÓN DE LOS CILINDROS:

Ovalización Standard = 0.04 mm. por cada 10 mm. de diámetro del cilindro:

Diámetro Standard = _____ mm. _____ pulg.

Ovalización = _____ mm. _____ pulg.

Diámetro superior = Ds

Diámetro superior perpendicular = Dsp

Ovalización superior = Ovs

Para llenar esta tabla utilizar un micrómetro. También se puede utilizar un alexómetro (que da la ovalización directamente). En este último caso la tabla varía.

1er Cil.	2do Cil.	3er Cil.	4to Cil.
Ds =	Ds =	Ds =	Ds =
Dsp =	Dsp =	Dsp =	Dsp =
Ovs=	Ovs=	Ovs=	Ovs=

Diámetro inferior = Di

Diámetro inferior perpendicular = Dip

Ovalización inferior = Ovi

Para llenar esta tabla utilizar un micrómetro. También se puede utilizar un alexómetro (que da la ovalización directamente). En este último caso la tabla varía.

1er Cil.	2do Cil.	3er Cil.	4to Cil.
Di =	Di =	Di =	Di =
Dip =	Dip =	Dip =	Dip =
Ovi=	Ovi=	Ovi=	Ovi=

3. LUCES ENTRE LOS CILINDROS Y PISTONES:

Luz máx. Standard = _____mm. _____pulg.

Diámetros medidos perpendicularmente al eje longitudinal del motor (en el pistón debe ser medido perpendicularmente al bulón y en la parte superior de la falda en las caras de empuje).

Diámetro superior del cilindro = Dsc

Diámetro superior del pistón = Dsp

Para llenar esta tabla utilizar un micrómetro de interiores y uno de exteriores. También se puede utilizar un gauge. En este último caso la tabla varía.

1er Cil.	2do Cil.	3er Cil.	4to Cil.
Dsc=	Dsc=	Dsc=	Dsc=
Dsp=	Dsp=	Dsp=	Dsp=
Luz=	Luz=	Luz=	Luz=

4. REBABAS O REBORDES EN LOS CILINDROS:

Rebaba máx. standard = _____ mm. _____pulg.

Para llenar esta tabla utilizar un pie de rey (vernier).

1er Cil.	2do Cil.	3er Cil.	4to Cil.

5. PROMINENCIAS EN LAS CAMISETAS DE LOS CILINDROS:

Prominencia máx. standard: _____mm. _____pulg.

Para llenar esta tabla utilizar un pie de rey (vernier).

1er Cil.	2do Cil.	3er Cil.	4to Cil.

6. VARIACIONES DE LAS PROMINENCIAS EN 4 PUNTOS DE LAS CAMISETAS:

Variación máx. standard = _____mm. _____pulg.

Lectura 1 = 1; Lectura 2 = 2; Lectura 3 = 3;

Lectura 4 = 4.

Variación máxima = V

Para llenar esta tabla utilizar un pie de rey (vernier),
o una regla de acero y un gauge

1er Cil.	2do Cil.	3er Cil.	4to Cil.
1 =	1 =	1 =	1 =
2 =	2 =	2 =	2 =
3 =	3 =	3 =	3 =
4 =	4 =	4 =	4 =
V =	V =	V =	V =

7. LUCES ENTRE PUNTAS DE ANILLOS:

Luz máx. Standard = _____mm. _____pulg..

Compresión = _____mm. _____pulg.

Aceite = _____mm. _____pulg.

Para llenar esta tabla utilizar un gauge.

1er Cil.	2do Cil.	3er Cil.	4to Cil.
C =	C =	C =	C =
C =	C =	C =	C =
A =	A =	A =	A =

8. LUCES LATERALES ENTRE LOS ANILLOS Y RANURAS:

Luz máx. standard = _____ mm. _____ pulg.

Luz ÷ el anillo de compresión y la ranura del pistón = C

Luz ÷ el anillo de aceite y la ranura del pistón = A

Para llenar esta tabla utilizar un gauge.

1er Cil.	2do Cil.	3er Cil.	4to Cil.
C =	C =	C =	C =
C =	C =	C =	C =
A =	A =	A =	A =

9. PRUEBA DE LOS ANILLOS EN LAS RANURAS:

Luz máx. standard = _____ mm. _____ pulg.

Diámetro del cilindro= _____ mm. _____ pulg.

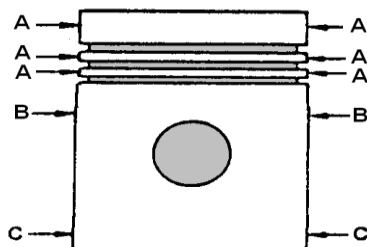
Luz permisible = _____ mm. _____ pulg.

Luz entre el anillo de compresión y la escuadra = C

Luz entre el anillo de aceite y la escuadra = A

Para llenar esta tabla utilizar un pie de rey (vernier).

1er Cil.	2do Cil.	3er Cil.	4to Cil.
C =	C =	C =	C =
C =	C =	C =	C =
A =	A =	A =	A =



10. BANDAS DE LOS PISTONES:

Banda máx. standard = _____ mm. _____ pulg.

Banda (B) = BB – AA

Para llenar esta tabla utilizar un micrómetro o un pie de rey (vernier).

1er Cil.	2do Cil.	3er Cil.	4to Cil.
BB =	BB =	BB =	BB =
AA =	AA =	AA =	AA =
B =	B =	B =	B =

11. CONICIDADES EN LAS FALDAS DE LOS PISTONES:

Conicidad standard = 0 a 0,04 mm.

Conicidad (Co) = CC – BB

Para llenar esta tabla utilizar un micrómetro o un pie de rey (vernier). Esta tabla vale para pistones no cónicos.

1er Cil.	2do Cil.	3er Cil.	4to Cil.
CC =	CC =	CC =	CC =
BB =	BB =	BB =	BB =
Co =	Co =	Co =	Co =

12. COMPROBACIÓN DE LOS PISTONES EN LOS CILINDROS:

Laminilla standard: 12 mm de ancho, 200 mm de longitud y 0,04 mm de espesor

Fuerzas límites = 20 y 40 New.

Fuerza medida = F_m

1era Biela.	2da Biela.	3ra Biela.	4ta Biela.
$F_m =$	$F_m =$	$F_m =$	$F_m =$

13. ALINEACIÓN DE LAS BIELAS

Deformación máx. en el lado del bulón(pie):

_____ mm.

Deformación máx. en el lado del cigüeñal (cabeza):

_____ mm.

Deformación medida en el pie de la biela = D_p

Deformación medida en la cabeza de la biela = D_c

Para llenar esta tabla utilizar un gauge.

1ra Biela.	2da Biela.	3ra Biela.	4ta Biela.
$D_p =$	$D_p =$	$D_p =$	$D_p =$
$D_c =$	$D_c =$	$D_c =$	$D_c =$

14. LUCES ENTRE LOS COJINETES (CASQUILLOS) Y EL BULÓN DE BIELA:

Luz máx. standard = _____ mm. _____ pulg.

Luz medida = L_m

Para llenar esta tabla utilizar un micrómetro de exteriores y un micrómetro de interiores. En algunos casos le da el gauge.

1era Biela.	2da Biela.	3ra Biela.	4ta Biela.
$L_m =$	$L_m =$	$L_m =$	$L_m =$

15. DIFERENCIA DE DIÁMETROS ENTRE LOS BULONES Y ORIFICIOS EN LOS PIES DE LA BIELA (si no existe cojinete):

Diferencia adecuada (D_a) = _____ mm. _____ pulg.

Diámetro del bulón = D_B

Diámetro del orificio = D_o

Diferencia medida = D_m

Para llenar esta tabla utilizar un micrómetro de exteriores y un micrómetro de interiores. En algunos casos le da el gauge.

1ra Biela.	2da Biela.	3ra Biela.	4ta Biela.
$D_B =$	$D_B =$	$D_B =$	$D_B =$
$D_o =$	$D_o =$	$D_o =$	$D_o =$
$D_m =$	$D_m =$	$D_m =$	$D_m =$

16. LUCES DE ACEITE ENTRE LOS COJINETES Y MUÑONES DE BIELA:

Luz máx. standard = _____ mm. _____ pulg.

Luz medida = L_m

Para llenar esta tabla utilizar un plastigage.

1er Muñón.	2do Muñón.	3er Muñón.	4to Muñón.
$L_m =$	$L_m =$	$L_m =$	$L_m =$

17. PESOS DE LAS BIELAS:

Tolerancia standard = _____ gr. _____ lb.

Peso Standard de la biela = P

Peso medido de la biela = P_m

Tolerancia medida = T_m

Para llenar esta tabla utilizar una balanza.

1ra Biela.	2da Biela.	3ra Biela.	4ta Biela.
P =	P =	P =	P =
Pm =	Pm =	Pm =	Pm =
Tm =	Tm =	Tm =	Tm =

18. LUCES LATERALES DE LAS BIELAS EN EL MUÑÓN DE BIELAS:

Luz máx. standard = _____ mm. _____ pulg.

Luz medida = Lm

Para llenar esta tabla utilizar un gauge.

1ra Biela.	2da Biela.	3ra Biela.	4ta Biela.
Lm =	Lm =	Lm =	Lm =

19. LUCES DE ACEITE ENTRE LOS COJINETES Y LOS MUÑONES DE BANCADA:

Luz máx. Standard = _____ mm. _____ pulg.

Luz medida = Lm

Para llenar esta tabla utilizar un plastigage.

1ra Banc.	2da Banc.	3ra Banc.	4ta Banc.	5ta Banc.
Lm =	Lm =	Lm =	Lm =	Lm =

20. JUEGO AXIAL DEL CIGÜEÑAL:

Juego máx. Standard = _____ mm. _____ pulg.

Juego medido = _____ mm. _____ pulg.

En esta tabla utilizar un reloj comparador.

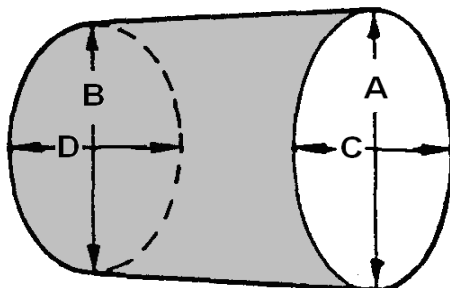
21. CENTRADO DEL VOLANTE:

Descentrado máx. Standard = _____ mm. ____ pulg.

Descentrado obtenido = _____ mm. ____ pulg.

En esta tabla utilizar un reloj comparador.

MUÑONES DE BIELA



22.- CONICIDADES VERTICALES (A contra B):

Conicidad máx. Standard = _____ mm;
 _____ pulg.

Diámetro A = DA

Diámetro B = DB

Conicidad Vertical = Cv

Para llenar esta tabla utilizar un micrómetro.

También se puede utilizar un pie de rey (vernier).

1ra Biela.	2da Biela.	3ra Biela.	4ta Biela.
DA =	DA =	DA =	DA =
DB =	DB =	DB =	DB =
Cv =	Cv =	Cv =	Cv =

23.- CONICIDADES HORIZONTALES (C contra D):

Conicidad máx. Standard = _____ mm;
 _____ pulg.

Diámetro C = DC

Diámetro D = DD

Conicidad Horizontal = CH

Para llenar esta tabla utilizar un micrómetro.
También se puede utilizar un pie de rey (vernier).

1ra Biela.	2da Biela.	3ra Biela.	4ta Biela.
DA =	DA =	DA =	DA =
DB =	DB =	DB =	DB =
CH =	CH =	CH =	CH =

24.- OVALIZACIONES DEL LADO IZQUIERDO (A
contra C):

Ovalización máx. Standard = _____ mm;
_____ pulg.

Diámetro A = DA

Diámetro C = Dc

Ovalización izquierda = Ovi

Para llenar esta tabla utilizar un micrómetro.
También se puede utilizar un pie de rey (vernier).

1ra Biela.	2da Biela.	3ra Biela.	4ta Biela.
DA =	DA =	DA =	DA =
Dc =	Dc =	Dc =	Dc =
Ovi =	Ovi =	Ovi =	Ovi =

25.- OVALIZACIONES DEL LADO DERECHO (B
contra D):

Ovalización máx. Standard = _____ mm;
_____ pulg.

Diámetro B = DB

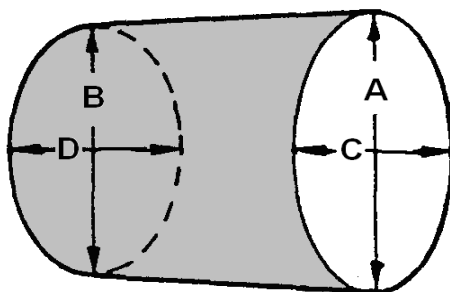
Diámetro D = DD

Ovalización derecha = Ovd

Para llenar esta tabla utilizar un micrómetro.
También se puede utilizar un pie de rey (vernier).

1ra Biela.	2da Biela.	3ra Biela.	4ta Biela.
DB=	DB =	DB =	DB =
DD =	DD =	DD =	DD =
OVD =	OVD =	OVD =	OVD =

MUÑONES DE BANCADA



26.- CONICIDADES VERTICALES (A contra B):

Conicidad máx. Standard = _____ mm;
 _____ pulg.

Diámetro A = DA

Diámetro B = DB

Conicidad Vertical = Cv

Para llenar esta tabla utilizar un micrómetro.

También se puede utilizar un pie de rey (vernier).

1ra Biela.	2da Biela.	3ra Biela.	4ta Biela.
DA =	DA =	DA =	DA =
DB =	DB =	DB =	DB =
Cv =	Cv =	Cv =	Cv =

27.- CONICIDADES HORIZONTALES (C contra D):

Conicidad máx. Standard = _____ mm;
 _____ pulg.

Diámetro C = Dc

Diámetro $D = D_D$

Conicidad Horizontal = CH

Para llenar esta tabla utilizar un micrómetro.

También se puede utilizar un pie de rey (vernier).

1ra Biela.	2da Biela.	3ra Biela.	4ta Biela.
DA =	DA =	DA =	DA =
DB =	DB =	DB =	DB =
CH =	CH =	CH =	CH =

28.- OVALIZACIONES DEL LADO IZQUIERDO (A
contra C):

Ovalización máx. Standard = _____ mm;
 _____ pulg.

Diámetro A = D_A

Diámetro C = D_C

Ovalización izquierda = Ovi

Para esta tabla utilizar micrómetro. También se puede utilizar un pie de rey (vernier). También se puede usar unos soportes extremos girando el muñón y midiendo con un reloj comparador, en este caso la tabla varía.

1ra Biela.	2da Biela.	3ra Biela.	4ta Biela.
DA =	DA =	DA =	DA =
Dc =	Dc =	Dc =	Dc =
Ovi =	Ovi =	Ovi =	Ovi =

29.- OVALIZACIONES DEL LADO DERECHO (B
contra D):

Ovalización máx. Standard = _____ mm;
 _____ pulg.

Diámetro B = D_B

Diámetro $D = D_D$

Ovalización derecha = O_{VD}

Para esta tabla utilizar micrómetro. También se puede utilizar un pie de rey (vernier). También se puede usar unos soportes en los extremos girando el muñon y midiendo con un reloj comparador, en este caso la tabla varía.

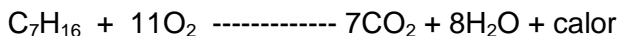
1ra Biela.	2da Biela.	3ra Biela.	4ta Biela.
DB=	DB =	DB =	DB =
DD =	DD =	DD =	DD =
OVD =	OVD =	OVD =	OVD =

CAPITULO X

COMBUSTIBLE

COMBUSTIBLE

DEFINICIÓN: Combustible es cualquier material (ya sea sólido, líquido o gaseoso), capaz de quemarse, combinándose químicamente con el oxígeno del aire, desprendiendo luz y una rápida producción de calor. Los productos de una combustión completa del eptano C_7H_{16} combustible componente de la gasolina es como sigue:



FUENTE DE ENERGIA UTILIZABLES EN EL MUNDO: Las fuentes de energía utilizables en el mundo son:

- **Fuerza Hidráulica:** aquellas que usan una turbina movidas por un chorro de agua.

Las primeras que se construyeron aprovechaban la fuerza de un salto de agua que caía desde 500 metros. En la parte inferior del salto se colocaron unas turbinas pelton, de paletas. Estas, al girar comunicaban su movimiento

giratorio, energía mecánica, a un dínamo que producía la electricidad.

- Petróleo y sus derivados y el Gas Natural: combustibles preferidos en mecanismos móviles. También se usan en las centrales térmicas, que están formadas por turbinas movidas por un chorro de vapor. Su funcionamiento es muy sencillo. En grandes calderas se calienta agua. Esta se convierte en vapor y es lanzado a gran presión sobre las paletas de las turbinas que comunican su movimiento a los dinamos. Cuando el vapor pierde presión, es enfriado y se condensa, es decir, se convierte en agua. Esta se envía a las calderas y el proceso empieza de nuevo.

El combustible empleado para calentar el agua de las calderas son el fuel oil, el gas natural, el lignito, la hulla, etc.

- Energía Atómica: tiene muchos usos entre ellos las centrales nucleares basados en el mismo principio que las centrales térmicas, las turbinas son movidas por vapor de agua. El combustible que se utiliza es el uranio. Un kilogramo de

uranio produce la misma energía calorífica que cinco millones de kilogramos de carbón metálico (hulla). En el año 1956, Gran Bretaña, puso en funcionamiento la primera central nuclear del mundo.

Otra aplicación del uranio radica en que, a partir de él, se puede obtener energía atómica, provocando artificialmente la desintegración nuclear del uranio se libera energía atómica. La primera aplicación de esta energía fue la bomba atómica.

- Hulla (carbón metálico).
- Madera (carbón).
- Biomasa (gas creado por acumulación en el sub – suelo de elementos como residuos animales o humanos).
- Energía Solar (uso de paneles solares a base de sílice, cobre o aluminio para acumular la energía en baterías o calentar ciertos conductos).
- Energía Eólica (utilizado por los molinos de viento para muchas aplicaciones, entre ellas como bombas de agua, también para generar energía eléctrica, etc).

- Nitrógeno (utilizado en vehículos).

De todas ellas actualmente el petróleo es la más importante fuente de energía a través de la combustión de ciertos destilados.

COMBUSTIBLES DE FUENTES NO PETROLÍFERAS

Los siguientes párrafos de este capítulo son obtenidos de la asignatura Combustibles y Lubricantes dictado en la Facultad de Ingeniería Mecánica de la Universidad Nacional de Ingeniería.

1.- COMBUSTIBLES SINTÉTICOS: son combustibles hidrocarburos que proceden de fuentes como: arena asfáltica, carbón, etc.

2.- LOS ALCOHOLES: son compuestos químicos, como el metanol y el etanol, producto de biomasa.

El Etanol (C_2H_5OH), se elabora a partir de la fermentación y destilación de la caña de azúcar y el Metanol (C_2H_3OH), se obtiene a partir de la madera o paja. Estos alcoholes se componen de Carbono,

Hidrógeno y oxígeno, poseen buenas propiedades de combustión con altos índices de octano (indicador de la eficiencia de combustión), por lo que puede mezclarse con la gasolina de petróleo. En el manejo de alcoholes se debe tener en cuenta que son corrosivos para ciertos metales y plásticos. El Metanol es por otra parte sumamente tóxico y debe evitarse su ingestión o contacto con la piel. Con el uso del etanol no se han presentado problemas importantes de lubricación; en el caso de Metanol estos pueden causar desgaste de ciertas partes del motor, formación de herrumbe y de depósitos en el sistema de admisión, por lo que es necesario utilizar ciertos lubricantes y aditivos especiales.

Hasta ahora el país que más ha avanzado en cuanto a la introducción de combustibles de alcohol para el transporte ha sido Brasil. En el Perú a partir aproximadamente de octubre del 2009 se utilizará el etanol el cual se mezclara con la gasolina en un porcentaje del 5% y cuyo objetivo es producir 15 millones de galones. Teniendo en cuenta que una hectárea de caña de azúcar puede producir 2,000

galones se tendría que dedicar 7,500 hectáreas para la producción de etanol.

3.- GAS LICUADO DE PETROLEO (G.L.P): es una mezcla de propano (C_3H_8) y butano (C_4H_{10}), almacenados a temperatura ambiente y a presión moderada. Puede obtenerse el gas asociado con el petróleo crudo o del gas natural húmedo directamente en el pozo, o de las operaciones de destilación o conversión en la refinería. El G.L.P. tiene un número de octano más alto que el de la gasolina.

4.- GAS NATURAL COMPRIMIDO (G.N.C.): El Metano (CH_4) constituye básicamente el gas natural. Tiene alto índice de octano y buena volatilidad. La densidad energética en términos de volumen es muy baja y presenta problemas de almacenamiento en vehículos. El costo para mantener el gas natural en estado licuefactivo (convertir en líquido), a lo largo del tiempo de producción hasta el uso final, hacen inasequible su empleo; de tal manera que se opta por el proceso más sencillo de comprimirlo como medio de aumentar la densidad energética. No obstante aunque

sea comprimido, el gas natural será un combustible voluminoso.

El G.N.C. se han utilizado en Italia desde 1920 para el transporte de carretera, en Estados Unidos se emplean motores de gas natural para suministrar extracción y transmisión de gas. Nueva Zelandia, Perú y Bolivia probablemente sean los países que tengan los planes más importantes de uso de G.N.C.

5.- ACEITES VEGETALES: Derivados de las plantas tales como la palma, el cocotero, el girasol o la soya; se usan como combustibles para aplicaciones Diesel. Estos aceites tienen número de Cetano y valor calorífico cercano a los típicos del combustible Diesel, pudiendo mezclarse con este combustible en concentraciones de hasta 30%. El principal inconveniente es que, en su estado natural no solo son más viscosos y menos volátil que el Diesel, sino que también pueden causar carboncillo en el motor y obstrucción en los filtros. Estas deficiencias se modifican por un proceso químico que reúne el peso molecular de los aceites.

Brasil y Filipinas son países que han realizado avances en el uso de aceites vegetales como combustibles. En el Perú se empezará la producción del Biocombustible a partir de setiembre del 2007 que consiste en mezclar el petróleo con 5% del biodiesel que se obtiene de la palma aceitera. El objetivo es producir 45 millones de galones de biodiesel. Si tenemos en cuenta que una hectárea de palma aceitera produce 1,300 galones de biodiesel por año se tendría que sembrar 42,000 hectáreas.

COMBUSTIBLES DERIVADOS DEL **PETROLEO**

Son mezclas más o menos de hidrocarburos de diferentes características obtenidas por varios procesos de refinación y mezcla posterior de fracciones seleccionadas para lograr las características deseadas en cada caso. Además en algunos casos se agregan aditivos para obtener o reforzar algunas características determinadas.

Los combustibles de petróleo más conocidos son: gas licuefactado, gasolina de motor, kerosene, gas oil (petróleo propiamente dicho), fuel oil (petróleo industrial). Los tres últimos están incluidos en la categoría de combustible Diesel y según la clasificación ASTM – 975 tenemos:

Petróleo Diesel N° 1: kerosene

Petróleo Diesel N° 2: gas oil

Petróleo Diesel N° 4: 50% gas oil + 50% fuel oil

Petróleo Diesel N° 5: 25% gas oil + 75% fuel oil

Petróleo Diesel N° 6: fuel oil

DEFINICIONES Y CONCEPTOS GENERALES

PRESION DE VAPOR: Así llamamos a la presión ejercida por los vapores emanados de un líquido sobre las paredes de un recipiente hermético. Esta presión se toma a una temperatura fija ya que mientras mayor sea la temperatura, mayor también será la presión.

LIMITES DE INFLAMABILIDAD: Llamamos así a la variación entre el porcentaje mínimo y máximo del gas que cuando mezclado con el aire forma una mezcla inflamable. Para los gases licuados de petróleo estos límites son del 2 al 10 %.

PODER CALORIFICO: Es la cantidad de energía calorífica “calor” contenido en una cantidad de combustible. La unidad utilizada para medir el poder calorífico es la “caloría”, siendo esta la cantidad de calor necesaria para aumentar en 1°C la temperatura de un Kilogramo de agua. Otra unidad comúnmente utilizada es el B.T.U. (British Termal Unit) o Unidad Térmica Británica, que viene hacer la canidad de calor necesaria

para aumentar en 1° F la temperatura de una libra de agua.

GRAVEDAD ESPECIFICA O PESO

ESPECIFICO: Es el cuociente entre el peso de un volumen determinado de aceite y el peso de igual volumen de agua destilada.

$$\text{Gravedadespecifica} = \frac{(\text{Peso/Volumen})_{\text{aceite}}}{(\text{Peso/Volumen})_{\text{agua destilada}}}$$

Si el material a medir la gravedad específica, es líquido o sólido el denominador del cociente es el agua destilada. Si el material a medir es gaseoso, el denominador del cuociente es el aire. Como la gravedad específica es una cantidad relativa no tiene dimensiones. (Peso/volumen, en el numerador y Peso / volumen, en el denominador).

En los países donde predomina el sistema métrico (América del Sur. Alemania, Francia, etc.), el aceite se toma a 15° C y el agua destilada a 4° C.

En los países ingleses el aceite y el agua destilada se tomen generalmente a 60° F.

El Instituto Americano de Petróleo (API) ha creado un sistema con el fin de eliminar las fracciones decimales.

$$\text{Gravedad API} = \frac{141,5}{\text{Gravedad específica}(60^{\circ}\text{F})} - 131,5$$

Según la fórmula la Gravedad API y la Gravedad específica están razón inversa (invertidas).

CAPACIDAD ANTODETONANTE (GASOLINA):

Es la resistencia de un combustible a la auto – ignición o pistoneo (cascabeleo). Se mide en número de octano. El numero de octano es el porcentaje de iso – octano (*) en una mezcla de este y n - heptano que produce un pistoneo exactamente igual a la gasolina que se mide.

(*) Hidrocarburo isómero de alto poder
antidetonante con un número 100 de octanaje.

GASOLINA

Es un producto (mezcla de hidrocarburos livianos), cuyo rango de destilación oscila entre los 30° y 215° C. Debido a su alta volatilidad forma rápidamente con el aire mezclas explosivas que se queman violentamente al aplicarles un punto de ignición o una chispa eléctrica.

Una gasolina terminada y lista para su uso es el resultado de una selección y mezcla de diferentes fracciones obtenidas en los diversos procesos de la refinería. Para un buen funcionamiento de un motor, una gasolina debe de cumplir ciertos requerimientos y pruebas (ensayos), que se indican en las especificaciones (características), para controlar la calidad del producto.

Las características más importantes de la gasolina son:

- I. Volatilidad
- II. Detonación
- III. Contenido de goma

I. VOLATILIDAD:

Es la propiedad que determina la mayor o menor facilidad de la gasolina para evaporarse. En toda gasolina se debe ajustar la volatilidad dentro de los límites adecuados, por que tanto una alta como una baja volatilidad son perjudiciales al buen funcionamiento del motor. El ensayo de laboratorio comúnmente utilizado para determinar la volatilidad de la gasolina es la curva de destilación. El ensayo consiste en someter una cantidad determinada de gasolina a un calentamiento en un aparato normalizado, se observa la temperatura en que la gasolina comienza a evaporarse, ósea, el punto inicial de ebullición. Los vapores formados van siendo refrigerados en un condensador y recogidos en un frasco graduado donde son medidas las cantidades que van siendo recuperadas a las diferentes temperaturas. Se observa las temperaturas en que se recuperan 10%, 20%, etc.

La temperatura en que se recupera la última gota se denomina punto final de ebullición. Se obtiene así la curva de destilación de la gasolina.

ESPECIFICACIONES DE LAS GASOLINAS NACIONALES

		95 OCTANOS	84 OCTANOS
10%	a	58°C máx.	62°C máx.
50%	a	108°C máx.	107°C máx.
90%	a	185°C máx.	163°C máx.
P.F.E.	a	215°C máx.	205°C máx.

Esta relación o escala es importante, ya que el funcionamiento del motor tiene relación directa con ella.

Por ejemplo:

La fracción destilada hasta 10% controla la facilidad de arranque especialmente en tiempo frío y el añejamiento de la gasolina durante su almacenamiento.

La fracción que destila entre el 10% y el 50 % controla el calentamiento inicial del motor.

La fracción correspondiente aproximadamente al 90% destilado, afecta la distribución de la mezcla a los diferentes cilindros y guarda relación con el rendimiento de energía.

Cuando un motor comienza a arrancar, se encuentra frío y hay dificultad para una evaporación (volatilidad), satisfactoria de la gasolina, aún más si la temperatura ambiente es baja. Esta dificultad es producto de que solamente a estas condiciones la fracción destilada de la gasolina es aproximadamente el 10%, es decir poca evaporación.

Cuando la volatilidad en cambio es excesiva (mucha evaporación), existiría la posibilidad que se formen vapores en el interior del sistema de combustible, lo cual puede interrumpir el abastecimiento de gasolina al carburador perjudicando el funcionamiento del motor.

Por lo tanto las dificultades en el arranque en frío como los bloqueos por vapor pueden ser eliminados cuando se usa una gasolina con una perfecta curva de destilación.

II. DETONACION:

Cuando la mezcla aire combustible comprimida por el émbolo se inflama debido a la chispa, un frente de llama avanza por la cámara de combustión a velocidades que oscilan entre 90 y 150 km/hr.

El avance de este frente de combustión ocasiona un gran aumento en la presión del cilindro, comprimiendo fuertemente la mezcla restante más allá de su temperatura de autoignición y causa una rápida combustión (explosión de dicha mezcla. El resultado de lo anterior es que produce un golpe como martillazo en el cilindro y las vibraciones resultantes se traducen en el conocido ruido de la detonación. Es evidente dada la descripción anterior, que el fenómeno aumenta notablemente los esfuerzos mecánicos y térmicos en el motor e incide directamente en una reducción de la potencia desarrollada.

La detonación depende en parte del diseño y modo de operación del motor, como también del combustible.

Por parte del motor interesan la razón de compresión, abertura del ahogador (Choke), grado de sobrecarga (consumo), avance de la chispa, temperatura del aire y del agua de refrigeración.

Para determinar el valor de anti-detonancia que posee un combustible no hay pruebas físicas o químicas de laboratorio que permitan hacerlo con

exactitud. Debido a ello, la determinación se hace con motores especiales y en forma practica.

Existen dos métodos básicos:

El método "Cooperative Fuel Research", designado generalmente por "C.F.R". que se realiza en un motor Standard de razón de compresión variable llamado método F – 1 y

El método Motor, designado también "C.R.C." llamado método F-2. Ambos métodos han sido adoptados y oficializados por A.S.T.M. (American Society for Testing Materials).

No cabe aquí entrar en detalles sobre las diferencias entre ambos métodos, pero basta mencionar que el segundo exige condiciones más severas de prueba.

III. GOMA

Las gomas son productos de oxidación y polimerización de fracciones de gasolina. Hay dos tipos: la **goma presente**, que es la que se determina en el momento de efectuar la prueba y la **goma potencial** que indica el deterioro de la gasolina a través del almacenamiento.

REFINACION DE LA GASOLINA

En la refinación se obtiene dos tipos de gasolina de **destilación directa** (topping) y la gasolina proveniente de **craqueo** (cracking).

La gasolina de destilación directa debe someterse a procesos especiales para mejorar su número octano, ya que este es bajo por lo general. Esta gasolina prácticamente no necesita de ningún tratamiento posterior para mejorar su calidad. En algunos casos sólo se hace una pequeña eliminación de compuestos de azufre.

La gasolina proveniente de la planta de craqueo catalítico posee un número alto de octano. A esta fracción se le somete a un tratamiento con ácido sulfúrico que precipita los componentes inestables. A continuación se hace un lavado con soda cáustica y agua para neutralizar cualquier exceso de ácido.

Las formulaciones definitivas de gasolina se obtienen mezclando fracciones de destilación directa con gasolina de cracking. Para obtener el valor de octanaje requerido se adicionan anti-detonantes, tales como el plomo tetra – etilo o T.E.L., como se le llama generalmente.

CAPITULO XI

TOXICIDAD DE LOS MOTORES DE COMBUSTION INTERNA

EL MOTOR DE COMBUSTION INTERNA COMO FUENTE DE CONTAMINACION DEL MEDIO AMBIENTE

Los siguientes párrafos de este capítulo son extraídos del libro “Toxicidad de los Motores de Combustión Interna” de Patrakhaltsev, Nicolai y otros (1993). Actualmente, los MCI producen cerca del 85% de la energía que se consume en la tierra, de los cuales los motores de los vehículos constituyen la mayor parte.

FUENTES DE EMISIONES TOXICAS DE LOS MCI.

El combustible líquido que se emplea en los motores de combustión interna contiene: carbono, hidrógeno y, en cantidades mínimas, oxígeno, nitrógeno y azufre. Sin embargo, la composición de los gases de escape es mucho más compleja. Cerca del 1% de los gases de escape contiene aproximadamente 300 sustancias, de las cuales la mayoría es tóxica.

De un modo general, en los MCI existen varias fuentes de emisiones tóxicas, de las cuales las principales son:

- Los vapores del combustible.

- Los gases del cárter y
- Los gases de escape.

LOS VAPORES DEL COMBUSTIBLE son conducidos a la atmósfera desde el tanque de combustible, carburador, elementos de alimentación de combustible, como por ejemplo en el traslapo (ciclo de 4 tiempos real), donde se encuentran abiertas parcialmente las válvulas de admisión y escape. Estos vapores se componen de hidrocarburos del combustible de composición mixta C_xH_y . En general, la emisión del C_xH_y con la evaporación constituye 15...20%. Esta fuente es característica para los MCI de carburador, pues en ellos se emplea como combustible las gasolinas, que son altamente volátiles. En comparación con éstas, el combustible Diesel es más viscoso y menos volátil; por consiguiente, las instalaciones Diesel producen menos vapores del combustible.

Se puede considerar también como fuente contaminante la evaporación de los aceites lubricantes, la evaporación de las sustancias líquidas de refrigeración y otras sustancias líquidas. Las sustancias tóxicas resultan también del quemado de pinturas y

materiales extraños que se sedimentan en las superficies calientes.

Tipo de motor		Gases de escape	Gases del cárter	Vapores de combustible
De carburador	CO	95	5	0
	CxHy	55	5	40
	NOx	98	2	0
Diesel	CO	98	2	0
	CxHy	90	2	8
	NOX	98	2	0

LOS GASES DEL CARTER, representan una mezcla gaseosa de los productos de la combustión incompleta de hidrocarburos que, por las holguras entre los anillos del pistón y los cilindros, penetran desde la cámara de combustión y se depositan en el cárter, así como vapores de aceite que se encuentran en el cárter. Los componentes tóxicos principales de los gases del cárter son hidrocarburos y vapores de gasolina (para motores de carburador). En lo que concierne a los motores Diesel, la emisión de los componentes tóxicos,

mezclados con gases del cárter, es muy pequeña en comparación con los motores de carburador (por los procesos diferentes de formación de la mezcla).

La toxicidad máxima de los gases del cárter es 10 veces inferior a la de los gases de escape: en el motor Diesel no sobrepasa 0,2 – 0,3 % de la emisión total de sustancias tóxicas. A pesar de esto, los gases del cárter ocasionan la irritación de las mucosas del aparato respiratorio, causando malestar en el conductor.

LOS GASES DE ESCAPE, que es la fuente principal de emisiones tóxicas, vienen a ser una mezcla de productos gaseosos resultantes de la combustión, así como del exceso de aire y de otros elementos en cantidades microscópicas, tanto líquidas como sólidas, que vienen del cilindro del motor al sistema de escape. Los componentes tóxicos principales de los gases de escape de los motores son el monóxido de carbono y los óxidos nitrosos. Además, en los gases de escape se encuentran presentes hidrocarburos saturados y no saturados, aldehídos, sustancias cancerígenas, hollín y otros componentes. La siguiente tabla muestra la composición aproximada de los gases de escape.

Componentes de los gases de escape	Contenido máximo en volumen (%).		Observación
	Otto	Diesel	
- Nitrógeno	74 - 77	76 - 78	No tóxico
- Oxígeno	0,3 – 0,8	2,0 – 18,0	No tóxico
- Vapor de agua	3,0 – 5,5	0,5 – 0,4	No tóxico
- Dióxido de carbono	5,0 – 12,0	1,0 – 10,0	No tóxico
- Monóxido de carbono	0,1 – 10,0	0,01 – 0,5	tóxico
- Óxidos nítricos	0,1 – 0,5	0,001 – 0,4	tóxico
- Hidrocarburos no cancerígenos	0,2 – 3,0	0,009 – 0,5	tóxico
- Aldehídos	0 – 0,2	0,001 – 0,009	tóxico
- Dióxido de azufre	0 – 0,002	0 – 0,03	tóxico
- Hollín (gr/m ³)	0 – 0,04	0,01 – 1,1	tóxico
- Benzopireno (gr/ m ³)	Hasta 0,01 – 0,02	Hasta 0,01	cancerígeno

Cuando se quema 1 Kg. de gasolina, con velocidad e intensidad de trabajo media, se expelen aproximadamente 300 a 310 gr. de componentes tóxicos, las cuales son: 225 gr. de monóxido de carbono, 55 gr. de óxidos nitrosos, 20 gr. de hidrocarburos, 1,5 – 2,0 gr. de óxidos de azufre, 0,8 – 1,0 gr. de aldehídos, 1,0 – 1,5 gr. de hollín, etc.

Cuando se quema 1 Kg. de combustible Diesel, se desprenden cerca de 80 a 100 gr. de componentes tóxicos, a saber: 20 a 30 gr. de monóxido de carbono, 20 a 40 gr. de óxidos nitrosos, 4 a 10 gr. de hidrocarburos, 10 a 30 gr. de óxidos de azufre, 0,8 a 1,0 gr. de aldehídos, 3 a 5 gr. de hollín, etc.

El grupo de sustancias no tóxicas incluye el nitrógeno, el oxígeno, el hidrógeno, el vapor de agua y el dióxido de carbono.

El grupo de sustancias tóxicas incluye monóxido de carbono, óxidos nitrosos (NO_x), hidrocarburos (C_xH_y), aldehídos (R_xCHO), hollín, dióxido de azufre (SO₂), ácido sulfhídrico y partículas sólidas.

El grupo de sustancias cancerígenas lo componen los hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP), como por ejemplo el benzopireno.

COMPOSICION DE LAS EMISIONES TOXICAS Y SU ACCION SOBRE EL ORGANISMO HUMANO

Las emisiones tóxicas se refieren a:

- CO (monóxido de carbono),
- NO_x (óxidos de nitrógeno),
- C_xH_y (hidrocarburos),
- El humeado (humo),
- El hollín,
- Los aldehídos,
- El SO₂ (dióxido de azufre),
- El H₂S (ácido sulfhídrico),
- Las (PS) partículas sólidas,
- Los compuestos de plomo y
- Los (HAP) hidrocarburos aromáticos policíclicos.

EL MONOXIDO DE CARBONO (CO), es un gas incoloro, inodoro, un poco más ligero que el aire y prácticamente insoluble en agua. Se forma como consecuencia de la mala pulverización del combustible, de la reacción de llama fría, así como la disociación del dióxido de carbono a altas temperaturas. Durante el funcionamiento de los motores Diesel, la concentración

del CO en los gases de escape no es significativa (aproximadamente 0,1 a 0,2%); por lo tanto, sólo se toma en consideración la concentración del CO para los motores de carburador (Otto).

La acción del CO sobre el organismo humano se manifiesta en las perturbaciones funcionales del sistema nervioso central, dolores de cabeza, enflaquecimiento, sensaciones dolorosas en el corazón, náuseas y vómitos. Esto ocurre por que el CO altera la composición de la sangre, reduce la formación de hemoglobina y perturba el proceso de oxigenación del organismo (la absorción de CO en la sangre es 240 veces más que la del oxígeno).

LOS OXIDO DE NITROGENO, (NO, NO₂, N₂O, N₂O₃, N₂O₅...NO_x), representan los componentes más tóxicos de los gases e escape. En los gases de escape de los motores, el óxido de nitrógeno (NO) constituye más del 90 % de toda la gama de los NO_x, oxidándose fácilmente hasta el NO₂ en el sistema de escape y, después, en la atmósfera.

Los óxidos de nitrógeno irritan las mucosas de los ojos y de la nariz destruyen los pulmones. El dióxido de nitrógeno (N_2O) tiene acción narcótica.

Se considera que los óxidos de nitrógeno son 10 veces más peligrosos para el organismo humano que el monóxido de carbono. Los óxidos de nitrógeno son destructivos para las hojas de las plantas.

La cantidad de emisión de óxidos nitrosos depende en gran medida de la temperatura de los gases en la cámara de combustión. Así elevando la temperatura de 2200°C a 2400°C , la emisión de óxidos nitrosos aumenta 2,6 veces, bajando la temperatura de 2200°C a 2000°C , la emisión de óxidos nitrosos disminuye en 8 veces, quiere decir que: cuanto mayor es la temperatura, tanto más alta es la concentración de los NO_x .

LOS HIDROCARBUROS (denominados en adelante C_xH_y), como: etano, metano, etileno, benzol, propano, acetileno y otros, son igualmente sustancias tóxicas. Los gases de escape contienen más de 200 hidrocarburos diferentes que se dividen en alifáticos

(con cadenas abiertas o cerradas) y aromáticos, que contienen un anillo de benzol.

La presencia de C_xH_y en los gases de escape se explica por el hecho de que la mezcla en la cámara de combustión es heterogénea y, por consiguiente, la llama se apaga en las zonas demasiado enriquecidas, por ejemplo, junto a las paredes. Los C_xH_y tienen olor desagradable. Las emisiones de C_xH_y causan muchas enfermedades crónicas. Son igualmente tóxicos los vapores de gasolina, por su naturaleza, hidrocarburos.

La proporción de hidrocarburos en los gases de escape aumenta con la estrangulación del Choke en la admisión (mezcla rica), o cuando el motor funciona en vacío, es decir con la mariposa de aceleración un poco abierta y el motor girando de prisa (caso del motor actuando como freno, no muy presionado el pedal de aceleración). En estos casos empeora la turbulencia de la carga, disminuye la velocidad de la combustión, se dificulta la inflamación y, por lo tanto, se observan mayores emisiones de hidrocarburos.

Los C_xH_y se forman debido a la combustión incompleta que se produce junto a las paredes frías de la cámara de combustión, donde hay zonas con escaso

suministro de aire durante todo el proceso de la combustión; se forman también por una deficiente pulverización del combustible, por la imperfecta turbulencia del aire y por la baja temperatura del motor.

Los CxHy provocan la irritación y posterior enfermedad de los ojos, garganta, nariz y son muy perjudiciales para la flora y fauna; pueden ocasionar también enfermedades crónicas.

EL SMOG (“smoke”-humo,”fog”-niebla), representa una niebla venenosa que se forma en las capas inferiores de la atmósfera, es un aerosol que se compone de humo, bruma, polvo, hollín y pequeñas gotas de agua (cuando se trata de atmósfera húmeda). Este fenómeno es característico de las urbes industriales. Es resultado de procesos fotoquímicos catalizados por la radiación solar ultravioleta, aquí se verifica la disociación de las moléculas de NO₂ en las de NO, ozono y peróxidos.

Cuando su concentración es alta, se observa la condensación del vapor, bajo la forma de niebla, y con propiedades tóxicas. Cuando hace calor seco, el smog se presenta como una bruma amarillenta.

Son famosos los “smogs” de Londres, Los Ángeles, Nueva York y de otras ciudades industriales grandes. En algunas, por ejemplo en Tokio, los habitantes se ven obligados a utilizar, a veces, máscaras con un dispositivo automático que dosifica la porción necesaria de oxígeno puro.

EL HUMO, es la modalidad no transparente de los gases de escape. Se distinguen humo blanco, azul y negro.

Es necesario subrayar que el aceite lubricante es responsable por el humo azul (por ejemplo, una nubecilla azul que deja el coche que consume un exceso de aceite y combustible). Algunas veces, a este humo se le llama “humo de aceite.”

El humo blanco y azul, también se considera como formado por el mismo combustible bajo la forma de gotas, mezclado con una cantidad diminuta de vapor; es producto de la combustión incompleta y la condensación posterior.

El humo blanco se produce cuando el motor se pone en marcha en frío, en el arranque, presentándose bajo la forma de una nubecilla blanca expelida por el

tubo de escape. Desaparece rápidamente a medida que el motor se calienta (incrementa sus operaciones y entra en operación). El humo blanco difiere del azul por la dimensión de gotas; es decir, si el diámetro de las esferillas del humo blanco es superior al del humo azul, el ojo percibe las gotitas como blancas. Las partículas menores se presentan en su conjunto como azules.

Las partículas de humo negro, que se presentan a simple vista como partículas enteras, no son otra cosa que aglomeraciones de hollín. Las partículas del hollín (humo negro) que no se perciben a simple vista como partículas enteras, producen la opacidad; es decir, la densidad óptica de los gases de escape.

EL HOLLIN, es producto de la descomposición térmica (pirolisis) de hidrocarburos en estado gaseoso (vapor) con alimentación insuficiente o carente de oxígeno. Varios factores concurren a la formación del hollín: la temperatura y la presión en la cámara de combustión, el tipo de combustible, la proporción entre el combustible y el aire en la mezcla (coeficiente de exceso de aire) y las particularidades estructurales del motor.

La cantidad del hollín depende considerablemente de la temperatura en la zona de combustión. A medida que la temperatura y la presión suben, esta cantidad aumenta drásticamente.

La formación del hollín depende igualmente de las propiedades del combustible. Cuanto más elevada es la relación C/H (carbono/hidrogeno), en el combustible, tanto mas elevada es la emisión del hollín. Se pueden clasificar los hidrocarburos según su facilidad para constituir el hollín: parafinas normales, isoparafinas, cicloparafinas, olefinas, cicloolefinas, diolefinas y aromáticos.

LOS ALDEHIDOS, (formaldehído y acroleína), se forman cuando el combustible se quema a bajas temperaturas, o en mezclas demasiado pobres. Pueden igualmente ser producto de la oxidación de la película de aceite en la camiseta del cilindro, o de la oxidación de conductos del escape de combustible desde el pulverizador (carburador). Al quemarse el combustible a altas temperaturas, los aldehídos desaparecen.

Ejercen acción perjudicial sobre el sistema nervioso y el aparato respiratorio. A altas

concentraciones se observa irritación fuerte en las mucosas de la nariz y de los ojos.

El grupo de aldehídos es el que determina el olor característico de los gases de escape.

EL DIÓXIDO DE AZUFRE SO_2 Y EL ÁCIDO SULFHÍDRICO H_2S , se forman durante el funcionamiento del motor con combustibles que contienen compuestos sulfurosos (su presencia es característica en los motores diesel); estos compuestos ocasionan irritaciones fuertes de los ojos y de los órganos del olfato, pues el SO_2 absorbe la humedad para formar el ácido. Son extremadamente nocivos para las plantas. El dióxido de azufre tiene acción irritante sobre la médula ósea y el bazo, provocando intoxicaciones crónicas; en dosis pequeñas, produce dolores de cabeza.

LAS PARTICULAS SÓLIDAS (PS), la emisión no normalizada de partículas sólidas con los gases de escape es un factor negativo para el empleo de los motores diesel en los medios de transporte con una adecuada calidad.

Las partículas sólidas incluyen principalmente el hollín (carbono), pero también se pueden referir a cierta clase de partículas minerales del aire (polvo) y del combustible (ceniza), así como también a partículas metálicas resultantes del desgaste por fricción.

Según la definición de EPA (Environment Protection Agency), se entiende por partícula sólida cualquier sustancia, excepto el agua, que “al mezclarse con el aire, se precipita en el filtro especial para gases de escape a temperaturas inferiores a 51.7 °C.”

La emisión de partículas con los gases de escape, que producen los motores Diesel, sobrepasa en 30 a 70 veces a la de los motores de carburador (Otto), equipados con neutralizadores. Además, juntamente con otras sustancias contaminadoras, estas partículas ensucian los edificios, producen la corrosión y erosión de los materiales.

Los ensayos efectuados con motores diesel vehiculares (con cilindrada del motor de 1,5 a 2,0 litros), según el ciclo de pruebas de 13 etapas y conforme a la metodología FTP (Federal Test Procedure), han demostrado que las partículas se componen de 80 a 90% de carbono (hollín) y compuestos orgánicos

absorbidos. La parte de hidrógeno constituye de 2 a 5%, nitrógeno de 0,3 a 1% y azufre de 2,2 a 5%. De los elementos principales que forman parte de las partículas, merece mencionar el hierro (0,7%) y el plomo (0,45%) que son productos que ocasionan desgaste y corrosión en las piezas del motor y están presentes en los lubricantes como impurezas microscópicas.

LOS COMPUESTOS DE PLOMO, aparecen en los gases de escape de los motores de carburador (Otto) que emplean gasolina etilada (con adiciones de plomo tetraetilo para conseguir un determinado número de octano). Al quemar una tonelada de gasolina etilada, los vehículos emiten a la atmósfera aproximadamente 0.5 a 0.85 kg de compuestos de plomo. Una parte de estos compuestos de plomo constituyen aerosoles nocivos a la salud, que se forman en base a los aditivos antidetonantes y se desprenden en parte como óxidos, pero fundamentalmente como cloruros y bromuros de plomo. Estos aerosoles penetran en el organismo con la respiración, por los poros o con la comida, ocasionando la intoxicación de los órganos digestivos perturbando las funciones del sistema nervioso, muscular y también del

cerebro. El plomo, como metal pesado, se evacua mal del organismo, y por eso, puede acumularse hasta concentraciones peligrosas. Al exceder la norma admisible, los compuestos de plomo se vuelven peligrosos para el ser humano. Expelido con los gases de escape, el plomo puede acumularse en las plantas que, a propósito, son poco susceptibles a la acción de los compuestos, pero pueden crear peligro si son utilizados como forraje para animales o alcanzar algunos productos comestibles (legumbres).

LOS HIDROCARBUROS AROMATICOS
POLICICLICOS (HAP), son altamente activos. Los métodos existentes permiten detectar cerca de 15 HAP en los gases de escape del motor. La mayor parte de los HAP son cancerigenos, variando apenas en grado de toxicidad. El más resistente y perjudicial es el benzopireno ($C_{20}H_{12}$). Los experimentos han demostrado que la acción negativa de un solo benzopireno, sin contar con los otros HAP, es equivalente a la influencia (por escala de toxicidad), de todos los gases de escape y en ciertos casos, hasta es

muy superior a la toxicidad de los C_xH_y , CO , NO_x y hollín, cuyas dosis tienen límites establecidos.

De acuerdo a las investigaciones efectuadas, en base del criterio del factor cancerígeno, todos los HAP se clasifican en 4 grupos:

- 1.- **Fuertes** – benzopireno, dibenzoantraceno, y dibenzopireno;
- 2.- **Medios** – benzo(a)fluoranteno;
- 3.- **Débiles** – benzo(a)pireno y benzo(a)antraceno;
- 4.- **No cancerígenos** – pireno, perileno, coroneno, benzoperileno, benziperileno, dibenz(a,h)antraceno, fluoranteno y benzo(a)fluoranteno.

El cancerígeno más fuerte de todos es sin duda, el benzopireno.

La emisión de los HAP en cada motor es variable; por ejemplo, la parte de benzopireno en la emisión total de HAP constituye 2,1 a 3,3% para motores de carburador, hasta 3,7% para motores Diesel y no más del 1,1 % para los de turbina de gas. Las temperaturas elevadas, la presión alta en la cámara de combustión, bajos coeficientes de exceso de aire, así

como el funcionamiento defectuoso del sistema cerrado de ventilación del cárter favorecen, en su conjunto al incremento de la emisión de los HAP.

Actualmente, para uso particular se prefiere a los motores diesel, porque son más económicos y producen menos componentes tóxicos.

CAPITULO XII

GUIA PARA LOCALIZAR Y REPARAR AVERIAS

GUIA PARA LOCALIZAR Y REPARAR AVERIAS

PROBLEMA DE ARRANQUE DEL MOTOR

SÍNTOMA

El motor de arranque no gira al motor, las luces están débiles.

CAUSA

- Batería con poca carga, generalmente por defecto en el alternador o generador.
- Batería defectuosa.
- Cables de la batería en malas condiciones o corroídos.
- Motor de arranque trancado.

SOLUCION

- Cargar batería y revisar sistema de carga alternador o generador y regulador de voltaje.
- Poner una nueva batería.
- Limpiar bordes de la batería y los cables o cambiar los cables apretar los terminales.
- Reparar el motor de arranque

SÍNTOMA

El motor de arranque no gira, el motor y las luces están fuertes.

CAUSAS

- Inducido del motor de arranque en mal estado.
- El motor de arranque suena clac, clac, el solenoide esta quebrado.
- Chirrido en el motor de arranque, el engranaje está en mal estado.
- Si es automático y no arranca en neutro y parqueo, el interruptor de la llave debe estar malo.

SOLUCION

- Cambie el motor de arranque.
- Cambiar solenoide, cambiar o limpiar engranaje bendix.
- Cambiar interruptor de la llave.

SÍNTOMA

El motor gira lentamente y no arranca.

CAUSAS

- Batería con poca carga.
- Batería en mal estado.

- Cables de la batería en malas condiciones o cables corroídos.
- Falso contacto.
- Motor de arranque en mal estado.

SOLUCION

- Cargar batería y revisar el sistema de carga, alternador o generador y regulador de voltaje.
- Poner una nueva.
- Limpiar bornes de la batería y los cables, o cambiar los cables, apretar los terminales.
- Apretar los terminales.
- Repararlo o cambiarlo.

SÍNTOMA

Motor gira normal, pero no arranca

CAUSA

- Problemas en el encendido.
- No llega electricidad a las bujías.
- Llega electricidad a las bujías.
- No llega gasolina al carburador.
- Bomba de gasolina.

SOLUCION

- Revise los cables de las bujías revise la abertura de los platinos su estado compruebe la bobina.
- Compruebe la bobina si sale chispa de la misma compruebe de alta tensión, la tapa del distribuidor, el rotor y los platinos, si no sale electricidad de las bobinas revise las conexiones.
- Revise el estrangulado de aire para ver si el mismo trabaja, quite el filtro de aire del carburador y compruebe si llega gasolina al mismo, trate de arrancar para ver si la bomba de gasolina trabaja y si llega la gasolina al carburador.
- Revise la bomba de gasolina y compruebe si el flotante en el carburador esta trabajado, revise el filtro de la gasolina.
- Si la bomba de gasolina es eléctrica limpie el contacto con el cable eléctrico y revise este tan bien, revise los contactos de la misma, si están quemados sustituya la bomba, si solamente están sucios límpielos con una lima de platinos limpie el filtro si la bomba de gasolina es mecánico desmantela y revisar pulmón si esta

malo, reemplace la bomba límpielos los tubos y conexiones en busca de entradas de aire.

SÍNTOMA

El motor da explosiones falsas que salen por el carburador.

CAUSA

- Motor fuera de tiempo.
- Cables o tapas del distribuidor mojados.

SOLUCION

- Poner a tiempo el motor con una lámpara de tiempo.
- Seque bien los cables y las tapas del distribuidor, ponga los cables en el orden que deben de ir.

FUNCIONAMIENTO DEL MOTOR

SÍNTOMA

El motor se para en baja estando frío.

CAUSAS

- Estrangulador desajustado.
- Poca entrada de aire o estrangulador funcionando incorrectamente.

SOLUCION

- Ajustar estrangulador o cambiarlo.
- Limpiar filtro de aire del carburador o cambiarlo, revise el estrangulador.

SÍNTOMA

El motor se para en baja estando caliente

CAUSAS

- Tornillo de baja muy cerrado.
- Mala regulación del carburador.
- Mariposa del estrangulador atrancada.
- Platino desgastado, sucio o mal calibrado.
- Flotador trancado.

SOLUCION

- Ajuste el tornillo de baja en el carburador.
- Regule los tornillos de entrada de gasolina y de aire en el carburador.
- Revise el funcionamiento del estrangulador, cámbielo si esta defectuoso engráselo.
- Limpie los platinos, sustitúyelos calíbrelos de acuerdo a las especificaciones del fabricante.
- Revise el flotador del carburador limpie la válvula de aguja o reemplácela.

SÍNTOMA

El motor trabaja de manera irregular

CAUSAS

- Carburador mal ajustado.
- Platinos sucios, en mal estado o mal regulados.
- Bujías sucias o en mal estado.
- Entrada de aire en el carburador.

SOLUCION

- Regúlese el carburador de acuerdo a las especificaciones del fabricante.
- Límpielos, ajústelos o cámbielos si están en mal estado.
- Limpie las bujías o sustitúyalas si no sirven. Calíbre las de acuerdo a las especificaciones del fabricante.
- Revise todas las líneas y apriete todas las conexiones y tornillos que aguantan el carburador revise la línea de succión.

SÍNTOMA

El motor se distingue cuando para el vehículo.

Pero cuando está en movimiento trabaja normalmente.

CAUSAS

- Tornillo de baja mal ajustado.
- Filtro sucio.
- Entrada de aire al colector.

SOLUCION

- Regule los tornillos del carburador.
- Limpie el filtro o cámbielo.
- Apriete todos los tornillos que fijan el carburador.

SÍNTOMA

El motor falla y sigue andando y algunas veces se para si esta en baja.

CAUSAS

- Defecto en el sistema encendido.
- Cable de la bujía o bobina dañado.
- Agua en el combustible.
- Entrada de aire en el carburador.
- Carburador mal ajustado.
- Mezcla muy rica en gasolina.

SOLUCION

- Revise las bujías, límpielas o reemplácelas si están malas, compruebe los platinos, límpielos y regúlelos de nuevo a las especificaciones del

fabricante, revise los cables de alta y baja tensión, revise todo el sistema encendido póngale la lámpara de tiempo al motor.

- Cambiar los cables dañados.
- Vaciar el tanque de combustible y limpiar las líneas rellenas el tanque de combustible con gasolina fresca.
- Apretar todos los tornillos de fijación del carburador.
- Regular debidamente los tornillos de ajuste de combustible y aire de acuerdo a las especificaciones del fabricante.
- Ajuste al carburador debidamente, limpie el filtro de aire.
- Limpie el carburador y las líneas ajuste el nivel del flotante en el carburador, revise las bombas de gasolina si es mecánica limpie sus filtros, revise su diafragma repárela o cámbiela si es eléctrica limpie todos los contactos y filtros compruebe que le llega electricidad constantemente, si no funciona cámbiela.
- Ajuste el flotador o reemplácelo, no funciona correctamente.

SÍNTOMA

El motor sigue funcionando después de apagarlo con la llave.

CAUSAS

- Carbón en la cámara de combustión.
- Motor excesivamente caliente. Bujía muy caliente.
- Entrada de aire al colector de admisión.

SOLUCION

- Limpiar el carbón en el motor, revisar las válvulas de admisión y de escape.
- Ponga bujías del grado térmico adecuado según especificaciones del fabricante.
- Apriete todas las conexiones relacionadas con el colector.

SÍNTOMA

El motor falla a alta velocidad.

CAUSAS

- Platinos en mal estado, sucios o en mal regulados. Necesidad de afinamiento.
- Bujías defectuosas.
- Suciedad en el carburador.

- Balancines necesitan ajuste.
- Filtro de aire del carburador sucio.

SOLUCION

- Limpiar o cambiar platinos o regularlos de acuerdo a las especificaciones del fabricante, hacer afinamiento si es necesario.
- Cambiar bujías o limpiarlas, volviendo a calibrarlas de acuerdo a lo que indica el fabricante.
- Limpiar el carburador con un producto, que se adquieren en las tiendas de repuesto. Si no se resuelve debe desarmarse poniéndole un nuevo juego de las piezas que se desgastan.
- Ajuste los balancines.
- Limpie y cambie los filtros.

SISTEMA DE ENFRIAMIENTO DEL MOTOR

SÍNTOMA

El motor recalienta.

CAUSAS

- Falta de líquido refrigerante.

- Correa del sistema flojo o suelto.
- Mangueras defectuosas o rotas.
- Tapa de radiador defectuosa.
- Suciedad en el sistema.
- Termostato defectuoso.
- Bomba de agua defectuosa.
- Paneles de radiador defectuoso.
- Ventilador defectuoso.
- Motor fuera de punto.
- Avance automático del distribuidor defectuoso.
- Junta de culata defectuosa.

SOLUCION

- Corregir fugas, por donde sale el liquido al sistema, rellene cuando repare el salidero con un refrigerante comercial que son mejores que el agua.
- Apriete las correas y cambie las defectuosas rotas y agrietadas.
- Cambie las mangueras que tenga salidero que estén demasiado suave y que puedan aplastar.
- Cámbiela por una nueva que sea la adecuada para su automóvil.

- Drene el sistema límpielo con alguno de los productos que hay en el mercado y llenarlo nuevamente con el refrigerante.
- Cambiar el termostato.
- Cambie la bomba.
- Limpiar los paneles del radiador con una manguera para que el aire pueda circular a través de ellos ayudando al enfriamiento del líquido refrigerante.
- Cambie el ventilador o reparar el embrague del mismo si ese es el caso.
- Ponga a tiempo el motor de acuerdo a las especificaciones del fabricante.
- Revise el avance automático y busque entradas de aire al sistema.

SÍNTOMA

El radiador siempre pierde agua y hay que rellenarlo continuamente.

CAUSAS

- Escape por la bomba del agua.
- Escape por las mangueras o radiador.
- Escape de agua dentro del motor.

SOLUCION

- Cambiar el sello de la bomba o poner una nueva si no puede arreglarse.
- Cambiar las mangueras defectuosas si sale por el radiador podrá ver los orificios por donde sale.
- Cambiar la junta de la culata, revisar la culata y mandarla a esmerilar. Revisar el bloque del motor en busca de rajaduras.
- Arreglar la bomba de agua.
- Apriete las correas y cambie las defectuosas.
- Lubricar el alternador o generador o reemplazar el cojinete si no se resuelve engrasándolo.
- Lubricar generador, o cambiar cojinetes.

PROBLEMAS DE LA BATERIA

SÍNTOMA

Aunque todo el equipo eléctrico parece trabajar bien el motor de arranque se mueve con lentitud, pero arranca.

CAUSAS

- Baja de carga en la batería.
- Batería de poca velocidad para su auto.

SOLUCION

- Revisar la batería y el regulador de voltaje.
- Cambie la batería por una demás capacidad de acuerdo a las especificaciones del fabricante.

SÍNTOMA

Lectura baja en el densímetro.

CAUSAS

- Batería baja de carga.
- Perdida de ácido accidental o por rellenar en exceso de agua la batería.
- Batería con caja rajada batería en mal estado.

SOLUCION

- Compruebe la batería y el sistema de carga.
- Repare cualquier defecto y recargue en la batería.
- Lleve a un taller para añadirle ácido.
- Cambiar la batería.

SUMNISTRO DE COMBUSTIBLE

SÍNTOMA

Alto consumo de combustible.

CAUSAS

- Carburador desajustado.
- Poca entrada de aire al carburador sin necesidad de un afinamiento escape de gasolina.

SOLUCION

- Ajuste el carburador de acuerdo a las especificaciones del fabricante.
- Limpia el filtro del aire del carburador y reemplázelo por uno nuevo, haga el afinamiento.
- Revise las líneas de combustible, la bomba de gasolina y el filtro apriete todas las conexiones.

SÍNTOMA

Falsas explosiones al tratar de arrancar el motor.

CAUSAS

- Motor fuera de tiempo.
- Entrada de aire al colector de admisión.
- Poca entrada de gasolina o de agua en la misma.

SOLUCION

- Ponga a tiempo el motor con una lámpara de tiempo de acuerdo a las especificaciones del fabricante.

- Apriete todos los elementos que conforman el colector de admisión.
- Limpie el carburador, revise el flotante y los inyectores compruebe la bomba de gasolina para ver si esta llega hasta el carburador si hay agua de líneas A.

PROBLEMAS CON EL ACEITE

SÍNTOMA

Si el motor consume mucho aceite, hay que rellenar con frecuencia y despiden un humo azulado por el tubo de escape.

CAUSAS

- Desgastes de los cilindros.
- Desgaste de los aros de los pistones.

SOLUCION

- Poner pistones sobre – medida o camisetas al cilindro un trabajo para especializados.
- Poner nuevos aros al motor.

SÍNTOMA

El motor gasta aceite y hay que rellenarlo frecuentemente pero no despiden ningún humo por el tubo de escape.

CAUSA

- Salidero al exterior del motor.

SOLUCION

- Limpia el motor, caliéntelo, luego dejándolo andando por un rato para que pueda detectar los salideros, aprieta todas las juntas por donde se pueda salir el aceite, tales como el carter, las tapas de los balancines, revise el interruptor de la presión del aceite que es como un tapón y al dañarse permite la salida del aceite lubricantes del motor.

TORQUES

1	Lb-pie = 1,358	New-m = 0,136	kg-m = 12	Lb-pulg
5	Lb-pie = 6,8	New-m = 0,7	kg-m = 60	Lb-pulg
10	Lb-pie = 13,6	New-m = 1,4	kg-m = 120	Lb-pulg
15	Lb-pie = 20,4	New-m = 2	kg-m = 180	Lb-pulg
20	Lb-pie = 27,2	New-m = 2,7	kg-m = 240	Lb-pulg
25	Lb-pie = 34	New-m = 3,4	kg-m = 300	Lb-pulg
30	Lb-pie = 40,7	New-m = 4,1	kg-m = 360	Lb-pulg
35	Lb-pie = 47,5	New-m = 4,8	kg-m = 420	Lb-pulg
40	Lb-pie = 54,3	New-m = 5,4	kg-m = 480	Lb-pulg
45	Lb-pie = 61,1	New-m = 6,1	kg-m = 540	Lb-pulg
50	Lb-pie = 67,9	New-m = 6,8	kg-m = 600	Lb-pulg
55	Lb-pie = 74,7	New-m = 7,5	kg-m = 660	Lb-pulg
60	Lb-pie = 81,5	New-m = 8,2	kg-m = 720	Lb-pulg
65	Lb-pie = 88,3	New-m = 8,8	kg-m = 780	Lb-pulg
70	Lb-pie = 95,1	New-m = 9,5	kg-m = 840	Lb-pulg
75	Lb-pie = 101,9	New-m = 10,2	kg-m = 900	Lb-pulg
80	Lb-pie = 108,6	New-m = 10,9	kg-m = 960	Lb-pulg
85	Lb-pie = 115,4	New-m = 11,5	kg-m = 1020	Lb-pulg
90	Lb-pie = 122,2	New-m = 12,2	kg-m = 1080	Lb-pulg
95	Lb-pie = 129	New-m = 12,9	kg-m = 1140	Lb-pulg
100	Lb-pie = 135,8	New-m = 13,6	kg-m = 1200	Lb-pulg
105	Lb-pie = 142,6	New-m = 14,3	kg-m = 1260	Lb-pulg
110	Lb-pie = 149,4	New-m = 14,9	kg-m = 1320	Lb-pulg
115	Lb-pie = 156,2	New-m = 15,6	kg-m = 1380	Lb-pulg
120	Lb-pie = 163	New-m = 16,3	kg-m = 1440	Lb-pulg
125	Lb-pie = 169,8	New-m = 17	kg-m = 1500	Lb-pulg
130	Lb-pie = 176,5	New-m = 17,7	kg-m = 1560	Lb-pulg
135	Lb-pie = 183,3	New-m = 18,3	kg-m = 1620	Lb-pulg
140	Lb-pie = 190,1	New-m = 19	kg-m = 1680	Lb-pulg

TORQUES

1	New-m=0,7365	Lb-pie= 0,1	Kg-m=8,838	Lb- pulg
5	New-m = 3,7	Lb-pie = 0,5	Kg-m = 44	Lb-pulg
10	New-m = 7,4	Lb-pie = 1	Kg-m = 88	Lb-pulg
15	New-m = 11,1	Lb-pie =1,5	Kg-m = 133	Lb-pulg
20	New-m = 14,7	Lb-pie = 2	Kg-m = 177	Lb-pulg
25	New-m = 18,4	Lb-pie = 2,5	Kg-m = 221	Lb-pulg
30	New-m = 22,1	Lb-pie = 3	Kg-m = 265	Lb-pulg
35	New-m = 25,8	Lb-pie = 3,5	Kg-m = 309	Lb-pulg
40	New-m = 29,5	Lb-pie = 4	Kg-m = 254	Lb-pulg
45	New-m = 33,1	Lb-pie = 4,5	Kg-m = 398	Lb-pulg
50	New-m = 36,8	Lb-pie = 5	Kg-m = 442	Lb-pulg
55	New-m = 40,5	Lb-pie = 5,5	Kg-m = 486	Lb-pulg
60	New-m = 44,2	Lb-pie = 6	Kg-m = 530	Lb-pulg
65	New-m = 47,9	Lb-pie = 6,5	Kg-m = 575	Lb-pulg
70	New-m = 51,6	Lb-pie = 7	Kg-m = 619	Lb-pulg
75	New-m = 55,2	Lb-pie = 7,5	Kg-m = 663	Lb-pulg
80	New-m = 58,9	Lb-pie = 8	Kg-m = 707	Lb-pulg
85	New-m = 62,6	Lb-pie = 8,5	Kg-m = 751	Lb-pulg
90	New-m = 66,3	Lb-pie = 9	Kg-m = 795	Lb-pulg
95	New-m = 70	Lb-pie = 9,5	Kg-m = 840	Lb-pulg
100	New-m = 73,7	Lb-pie = 10	Kg-m = 884	Lb-pulg
105	New-m = 77,3	Lb-pie = 10,5	Kg-m = 928	Lb-pulg
110	New-m = 81	Lb-pie = 11	Kg-m = 972	Lb-pulg
115	New-m = 84,7	Lb-pie = 11,5	Kg-m = 1016	Lb-pulg
120	New-m = 88,4	Lb-pie = 12	Kg-m = 1061	Lb-pulg
125	New-m = 92,1	Lb-pie = 12,5	Kg-m = 1105	Lb-pulg
130	New-m = 95,7	Lb-pie = 13	Kg-m = 1150	Lb-pulg
135	New-m = 99,4	Lb-pie = 13,5	Kg-m = 1193	Lb-pulg
140	New-m =103,1	Lb-pie = 14	Kg-m = 1237	Lb-pulg
145	New-m =106,8	Lb-pie = 14,5	Kg-m = 1282	Lb-pulg
150	New-m =110,5	Lb-pie = 15	Kg-m = 1326	Lb-pulg

155 New-m =114,2 Lb-pie = 15,5Kg-m = 1370Lb-pulg
160 New-m =117,8 Lb-pie = 16 Kg-m = 1414Lb-pulg
165 New-m =121,5 Lb-pie = 16,5Kg-m = 1458Lb-pulg
170 New-m =125,2 Lb-pie = 17 Kg-m = 1502Lb-pulg
175 New-m =128.9 Lb-pie = 17,5Kg-m = 1547Lb-pulg
180 New-m =132,6 Lb-pie = 18 Kg-m = 1591Lb-pulg
185 New-m =136,3 Lb-pie = 18,5Kg-m = 1635Lb-pulg
190 New-m =140 Lb-pie = 19 Kg-m= 1679Lb-pulg

BIBLIOGRAFIA

- 1.- POSTIGO, Jaime, CRUZ, Juan F. Termodinámica Aplicada. W. H. Editores S.M.P. Lima
- 2.- PATRAKHALTSEV, Nicolai y otros (1993). Toxicidad de los Motores de Combustión Interna. Instituto de Motores de Combustión Interna, U.N.I., Editora EDIGRUSA, Lima
- 3.- LASTRA ESPINOZA, Luis y otros (1991). Experimentación y Cálculo de Motores de Combustión Interna. Instituto de Motores de Combustión Interna, U.N.I., Lima
- 4.- LOZADA VIGO, Mario (2001). Reparación de Motores. Editorial Educación Técnica, Lima
- 5.- ED MAY. Mecánica para Motores Diesel. Editora McGraw Hill

CONTENIDO

CAPITULO I

Pág. 2

EL MOTOR, PRUEBA DE COMPRESION

- Sistemas del vehículo automotriz – El motor – Clases – Clasificación de los Motores de Combustión Interna – Principales diferencias entre un motor petrolero y un gasolinera – Diagnóstico de la prueba de compresión en seco – Diagnóstico de la prueba de compresión con aceite.

CAPITULO II

Pág. 15

CICLOS TERMODINAMICOS DE LOS MOTORES DE COMBUSTION INTERNA

- Ciclo Otto – Ciclo Diesel – Tabla de temperaturas y presiones del motor Diesel y Otto – Presiones máximas de la bomba de inyección – Volúmenes de compresión – Número de Cetano – Ejercicios.

CAPITULO III

Pág. 34

COMBUSTION

- Introducción a la Combustión – Pérdidas por Disociación – Combustión – Tipos.

CAPITULO IV

Pág. 42

CILINDRADA, RELACION DE COMPRESION, PAR MOTOR, POTENCIA

- Cilindrada de un motor – Ejemplos – Relación de compresión – Ejemplos – Par motor – Torque – Potencia – Ejercicios – Cálculo de la Potencia en el Laboratorio.

CAPITULO V

Pág. 58

ANALISIS DE LA TEMPERATURA DEL MOTOR, FUNCIONESDEL LUBRICANTE, ADITIVOS.

- Análisis de la temperatura del motor - Análisis de la temperatura del motor de acuerdo a la combustión (combustible). - Análisis de la temperatura del motor de acuerdo a la lubricación - Análisis de la temperatura del motor de acuerdo al refrigerante – Funciones del lubricante en el Motor de Combustión Interna – Aditivos – Propiedades.

CAPITULO VI

Pág. 75

SISTEMA DE ALIMENTACION

- Carburador – Circuito del control de aire – Circuito del flotador – Circuito de baja velocidad – Circuito de alta velocidad – Circuito de la bomba de aceleración - Compensadores – Economizadores – Sistema de arranque en frío.

CAPITULO VII

Pág. 96

CIRCUITO DE ENCENDIDO

- Circuito de encendido – Bobina – Conjunto distribuidor
– Ruptor – Condensador de encendido – Distribuidor de encendido – Sistema de avance centrífugo – Sistema de avance por vacío – Avance y retardo de encendido – Gráfico de un circuito de encendido convencional.

CAPITULO VIII

Pág. 115

CALIBRACION DE VÁLVULAS

- Luz – Métodos – Método de la polea – Método del rotor
– Método del traslapo – Método corrido.

CAPITULO IX

Pág. 129

PRÁCTICA DESARROLLADA DE ESPECIFICACIONES GENÉRICAS DEL MOTOR, GUIA DE PRÁCTICA

- Práctica desarrollada de especificaciones genéricas del motor: Culata con eje de levas – Bloque – Rectificado del motor: cilindro (súper) - Guía de práctica de especificaciones del motor: Culata – Bloque – Muñones de biela – Muñones de bancada.

CAPITULO X

Pág. 184

COMBUSTIBLE

- Definición – Fuentes de energía utilizables en el mundo
– Combustibles de fuentes no petrolíferas – Combustibles derivados del petróleo – Definiciones y conceptos generales – Gasolina – Características - Refinación de la gasolina.

CAPITULO XI

Pág. 204

TOXICIDAD DE LOS MOTORES DE COMBUSTION INTERNA

- El M.C.I. como fuente de contaminación del medio ambiente - Fuente de emisiones tóxicas de los M.C.I. – Composición de las emisiones tóxicas y su acción sobre el organismo humano: Monóxido de carbono – Óxidos de Nitrógeno – Hidrocarburos – El Humeado – El Hollín – Los Aldehídos – El Dióxido de Azufre – El Ácido Sulfhídrico – Las Partículas Sólidas – Los Compuestos de plomo – Los Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos.

CAPITULO XII

Pág. 225

GUÍA PARA LOCALIZAR Y REPARAR AVERÍAS

- Problemas de arranque del motor – Funcionamiento del motor – Sistema de enfriamiento del motor – Problemas de la batería – Suministro de combustible – Problemas con el aceite – Tabla de equivalencia de los Torques.